



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**MONOGRAFÍA**

**DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (M.A.B.E.),  
EN LA COMUNIDAD EL TAMARINDO, MUNICIPIO DE SOMOTO,  
DEPARTAMENTO DE MADRIZ, 2019**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Enrique Arturo Molieri Munguía  
Br. Víctor Hugo Méndez Mendoza

**Tutor**

Ing. Sergio Navarro Hudiel

Managua, Octubre 2019

Estelí, 27 de mayo 2019


**Doctor Oscar Isaac Gutiérrez Somarriba**  
**Decano Facultad de Tecnología de la Construcción**  
**UNI - RUPAP**  
**Su despacho**

Estimado Doctor Gutiérrez. Reciba un cordial saludo.

Sirva la presente para referir que se ha cumplido con los objetivos propuestos en el protocolo monográfico titulado "DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (M.A.B.E.), EN LA COMUNIDAD EL TAMARINDO, MUNICIPIO DE SOMOTO, DEPARTAMENTO DE MADRIZ, 2019", elaborado por los bachilleres Enrique Arturo Molieri Munguía y Víctor Hugo Méndez Mendoza, el cual cumple con los requisitos necesarios para que su trabajo sea sometido al proceso de pre- defensa acorde a los requisitos establecidos por nuestra facultad.

Sin más a que hacer referencia, aprovecho para expresarle mis muestras de consideración y estima.

Atentamente,



Maestro Sergio J. Navarro Hudiel  
Tutor Acreditado  
Docente Titular FTC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.068  
Managua, Abril 02 del 2019

Bachilleres  
**BR. ENRIQUE ARTURO MOLIERI MUNGIA**  
**BR. VICTOR HUGO MENDEZ MENDOZA**  
Su atención

Estimados (as) Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO (M.A.B.E), EN LA COMUNIDAD EL TAMARINDO, MUNICIPIO DE SOMOTO , DEPARTAMENTO DE MADRIZ, 2019"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el (la) **Ing. Sergio Navarro Hudiel**, sea el (la) tutor (a) de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **02 de Octubre del 2019**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

  
**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano

CC: Protocolo  
Tutor – Ing. Sergio Navarro Hudiel  
Archivo\*Consecutivo

## **DEDICATORIA A:**

Nuestro amado Padre celestial Jehová de los ejércitos por darnos el don maravilloso de la vida, la oportunidad de culminar nuestros estudios universitarios y la destreza e inteligencia para alcanzar esta gran meta.

Nuestras madres Xiomara Del Socorro Munguía Medina y Elma Lucía Mendoza Molina, nuestros padres Iván Arturo Molieri Fonseca y Hugo Heberto Méndez Casco por traernos al mundo, amarnos, cuidarnos y por el entero compromiso de apoyarnos en nuestra formación académica a lo largo de nuestras vidas, haciéndolo de una manera amorosa y ejemplar, enseñándonos que no debemos renunciar jamás a nuestras metas propuestas en la vida.

Nuestros hermanos y primos:

José Antonio Molieri Munguía  
Eduardo José Méndez Mendoza  
Felipe Santiago Mendoza Centeno

Esposa (Víctor Hugo)  
Amanda Yamalí González Molina

Gracias por todo el sacrificio y amor que nos dan, por ser ejemplo de personas para ambos y gracias por creer en nosotros que podíamos culminar esta meta en nuestras vidas.

Dios los bendiga siempre.

Enrique Arturo Molieri Munguía  
Victor Hugo Méndez Mendoza

## **AGRADECIMIENTOS A:**

A nuestro Dios por la salud, la vida, la fuerza y sabiduría para culminar con este trabajo monográfico y poder concluir con nuestra carrera universitaria y poder iniciar nuestra vida profesional.

Nuestras familias por siempre darnos el amor y apoyo necesario para la culminación de nuestros estudios universitarios y la realización de nuestro trabajo monográfico.

Al Ing. Sergio Navarro por su total disposición al momento de tutorar nuestro trabajo monográfico con sus conocimientos y experiencia haciendo que realizáramos un excelente trabajo.

Al Ing. Ramón Narváez García y la alcaldía del municipio de Somoto por habernos dado el apoyo y brindarnos la información necesaria para la realización de nuestro trabajo monográfico.

Enrique Arturo Molieri Munguía  
Victor Hugo Méndez Mendoza

## RESUMEN EJECUTIVO

Este documento monográfico presenta las evaluaciones y diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo eléctrico en la comunidad El Tamarindo, municipio de Somoto, en donde se tomó como referencia todas las características socioeconómicas, topográficas e hidrológicas de la comunidad.

Los resultados obtenidos en la encuesta socioeconómica reflejan que la comunidad cuenta con una población de 192 habitantes agrupados en 32 viviendas con un índice poblacional de 6 personas por vivienda, con una proyección de la población de 339 habitantes para un periodo de diseño de 20 años, presenta problemas en el abastecimiento de agua, abasteciéndose de pozos excavados a mano que ya no suplen la necesidad de la comunidad y quebradas cercanas.

El mayor problema que presenta la comunidad El Tamarindo es que las familias están adquiriendo enfermedades virales y diarreicas por el consumo de agua que contiene propiedades nocivas a la salud de los habitantes, también acarrear el agua desde quebradas a distancias considerables haciendo varios viajes al día provocando grandes esfuerzos en los pobladores, estas razones provocan que la comunidad demande un sistema de abastecimiento que cumpla con las normas de higiene necesarias para mantener la salud en los habitantes de esta comunidad.

La fuente solicitada para el abastecimiento de agua potable de los pobladores de la comunidad El Tamarindo, es mediante la captación de aguas subterráneas a través de un pozo perforado anteriormente por la alcaldía de Somoto Madriz, para la construcción de un mini acueducto por bombeo eléctrico, con características: pozo, tanque de almacenamiento, líneas de conducción red de distribución, tomas domiciliarias, esto basado en los estudios poblacionales, demanda, aspectos socioeconómicos y técnicos.

Parámetros que determinan las características estéticas del agua tales como: Temperatura, olor, turbiedad, sabor, color, iones de hidrogeno concentrado (pH) y dureza; los parámetros químicos como: Cloruros concentrados, nitratos, calcio, magnesio, metales pesados, hierro, cianuro y arsénico; parámetros biológicos como

coliformes fecales y totales, indicando que los valores de estos parámetros están por debajo del valor límite permisible, según la norma CAPRE. Significando que la calidad del agua es apta para el consumo humano.

Al momento de elaboración del diseño se determinó el análisis de la demanda de consumo, usando la dotación de 60 litros por habitante al día y un 20% en pérdidas como lo determinan las normas rurales de INAA; determinando una demanda actual de 0.15 lps y una demanda futura para el año 2039 de 0.24 lps.

Se garantizará la cobertura del 100% de la demanda de agua de los habitantes partiendo de una demanda inicial de 36.98 litros por habitante al día y teniendo una demanda futura de 59.12 litros por habitante al día.

En el aspecto topográfico la comunidad El Tamarindo se encuentra ubicada en dirección noreste del municipio de Somoto, presenta una leve depresión del terreno orientada de norte a sur con elevaciones que oscilan entre los 748.39m hasta los 768.02 metros sobre el nivel del mar.

Conforme a los resultados del estudio realizado en esta comunidad, se llegó a la conclusión que el área es apropiada para la construcción del sistema de abastecimiento, ya que el lugar de captación tiene una elevación de 765.552 metros sobre el nivel del mar, una línea de conducción de 183.7 metros de longitud con tubería PVC 1 ½" (SDR-26), tanque con una capacidad de 7.02 m<sup>3</sup>, una línea de distribución de 2,331.3 m de longitud con tubería PVC 1" y 1 ½" (SDR-[SM1]26) por lo que las velocidades no cumplen con lo establecido en las normas rurales de INAA, se ubicarán válvulas de limpieza en la parte más baja de la tubería para retirar sedimentos de la tubería.

Se elaboraron costos y presupuesto del sistema obteniendo un costo directo del proyecto de C\$ 1, 332, 060.42, costos indirectos por el monto de C\$ 171, 219.02 y un costo total del proyecto de C\$ 1, 503, 279.45.

## **ACRÓNIMOS**

**CAPRE:** Comité coordinador regional del instituto de agua y saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.

**CMD:** Consumo Máximo Día.

**CMH:** Consumo Máxima Hora.

**CPD:** Consumo Promedio Diario.

**ENACAL:** Empresa Nicaragüense de Acueductos Alcantarillados.

**FISE:** Fondo de Inversión Social de Emergencia.

**GPS:** Sistema de Posicionamiento Global.

**INAA:** Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

**INIDE:** Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

**INETER:** Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

**LPPD:** Litros por persona diario.

**MABE:** Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico.

**MINED:** Ministerio de Educación.

**MSNM:** Metros sobre el nivel del mar.

**NTON:** Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense.

**ONG:** Organizaciones No Gubernamentales.

**O.M.S:** Organización Mundial de la Salud.

**PGC:** Proyectos Guiados por las Comunidades.

**PP:** Pozos Perforados.

**PEM:** Pozos Excavados a Mano.

**PVC:** Cloruro de Polivinilo.

**UNICEF:** Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia



## **GLOSARIO**

**CLORACIÓN:** Es la aplicación de cloro al agua, generalmente con fines de desinfección.

**CONEXIONES DOMICILIARES:** Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones.

**GOLPE DE ARIETE:** Se denomina a la sobrepresión que reciben las tuberías, por efecto del cierre brusco del flujo de agua.

**GPS:** Sistema de posicionamiento global consiste en satélites artificiales y equipo terrestre que se emplea para convertir señales de radio emitidas por satélites en posiciones tridimensionales sobre la superficie terrestre.

**TOPOGRAFÍA:** Es la ciencia de la determinación de las dimensiones y características tridimensionales de la superficie terrestre a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

**OBRAS DE DISTRIBUCIÓN:** Esta tiene como objeto repartir el agua en los volúmenes y presiones adecuadas a los distintos sectores y calles de la comunidad.

**TAQUIMETRÍA:** Mediciones rápidas.

**ESTACIÓN TOTAL:** Instrumento que combina un teodolito y un instrumento EDM (Distanciómetro con láser), (por tanto, tiene capacidad para medición angular y de distancia). Conocido también como taqueómetro o taquímetro.

**SOFTWARE EPANET:** Programa para el análisis de sistema de distribución de agua potable.

**NIVEL ESTÁTICO:** Es la profundidad a la que se encuentra el agua de un acuífero.

**NIVEL FREÁTICO:** Corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general.

**MORTERO CICLÓPEO:** Es el concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras y bloques sin armaduras.

**CRITERIOS DE DISEÑOS:** Los criterios utilizados para los diferentes elementos del proyecto, están de acuerdo a lo establecido en los parámetros de diseños.

**DOTACIÓN:** La dotación es la cantidad de agua, que se le asigna en un día a una persona.

**NIVEL DE SERVICIO:** El nivel de servicio es la forma de suministrar el agua potable.

**RED DE DISTRIBUCIÓN:** Red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias.

**NIPLE:** Tubería que no tiene la longitud completa de fabricación.

**SARTA DE BOMBEO:** Es un sistema compuesto por diferentes accesorios para el bombeo de agua.

## Contenido

I.	CAPITULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2	ANTECEDENTES.....	2
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4	OBJETIVOS.....	5
1.4.1	OBJETIVO GENERAL .....	5
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.5	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO. ....	6
1.5.1	TOPOGRAFÍA.....	7
1.5.2	HIDROLOGÍA .....	8
1.5.3	GEOLOGÍA.....	8
1.5.3.1	GEOLOGÍA REGIONAL.....	8
1.5.3.2	GEOLOGÍA LOCAL .....	8
1.5.4	HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.....	9
1.5.5	CALIDAD HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	10
1.5.6	DATOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA SOCIOECONÓMICA .....	10
1.5.6.1	POBLACIÓN .....	10
1.5.6.2	VIVIENDA .....	11
1.5.7	ASPECTOS SOCIO-ORGÁNICOS.....	12
1.5.8	SERVICIO PÚBLICO EXISTENTE .....	12
1.5.8.1	EDUCACIÓN .....	12

1.5.9 ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	14
1.5.10 SANEAMIENTO E HIGIENE.....	14
1.5.11 INCIDENCIAS DE ENFERMEDADES MÁS COMUNES .....	14
1.5.12 INGRESO .....	15
II. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	16
2.1 MINIACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (M.A.B.E.) .....	16
2.5 CRITERIOS DE DISEÑO.....	20
2.7.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	25
III. CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....	35
IV. CAPITULO IV: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	54
4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	54
4.2 PERIODO DE DISEÑO.....	54
4.3 POBLACION A FUTURO.....	54
4.4 RAZÓN DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN .....	54
4.5 TASA DE CRECIMIENTO .....	55
4.6 ESTIMACION DE CONSUMO .....	55
4.8 ESTUDIO HIDROLÓGICO .....	56
4.9 FUENTE DE ABASTECIMIENTO PROPUESTA.....	59
4.10 OBRA DE CAPTACION.....	60
4.12 ESTACION DE BOMBEO .....	62
4.13 DISEÑO HIDRAULICO DEL EQUIPO DE BOMBEO.....	63
4.34 COSTOS Y PRESUPUESTACIÓN.....	85

V. CONCLUSIONES .....	98
VI. RECOMENDACIONES.....	100
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	102

## **I. CAPITULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El agua es uno de los recursos naturales más importantes que existe en nuestro planeta Tierra, ya que este es el responsable del desarrollo de la vida de cualquier ser vivo, sobre todo para el ser humano.

El crecimiento de la población va en aumento a nivel general y el desarrollo tecnológico en la industria de la construcción, han provocado la necesidad de tener mejores redes de distribución del agua. Para poder tener un buen diseño de un sistema de distribución del agua es necesario hacer los estudios pertinentes, principalmente depende la fuente de abastecimiento hídrica, del tamaño poblacional, topografía, estudios de suelo, entre otros.

En la actualidad, la comunidad El Tamarindo presenta mucha deficiencia en el abastecimiento de agua potable, ya que no cuentan con un sistema, el cual les brinde agua de calidad y en suficiente cantidad. En la comunidad se abastecen del vital líquido de manantiales de montañas y hacen uso de quebradas para labores de lavado de ropa y baño.

Por lo antes expuesto se realizará una propuesta para el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico en la comunidad, misma que representa una opción para la contribución en la mejora de las condiciones de vida de los pobladores, reduciendo el número de casos de enfermedades de origen hídrico, que afectan a la población de esta comunidad.

Para el diseño del sistema de agua potable se emplearán las Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y Potabilización del agua del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), haciendo estudios y actividades relacionadas a la recopilación de información del área en estudio, diseño y la aplicación de una encuesta Socioeconómica, levantamiento Topográfico (Planimétrico y Altimétrico), análisis de estudio Hidrológico.

## **1.2 ANTECEDENTES**

La comunidad El Tamarindo, se encuentra localizada a 247 km de la capital Managua y a 20 kilómetros de la cabecera municipal, Somoto, en el departamento de Madriz; cuenta con una población de 192 habitantes y una tasa anual de crecimiento del 3.0%; históricamente esta comunidad se ha visto afectada por la falta de abastecimiento de agua potable, donde los pobladores consumen agua de 4 pozos artesianos (uno de ellos está casi seco) y 2 manantiales de Montañas, para otros usos como lavar ropa utilizan el agua de quebradas y ríos. La comunidad cuenta con servicio de energía eléctrica, lo que facilita la instalación de la bomba eléctrica para impulsar el agua desde la fuente hacia las viviendas a través de la red de distribución.

La mayoría de los pobladores de esta zona, para abastecerse del vital líquido deben caminar por largas distancias para llevarlo hasta sus viviendas; el agua de estas fuentes de abastecimiento no lleva un control de calidad, lo cual repercute en la salud de los pobladores causando enfermedades gastrointestinales y adquiriendo virus que afectan en mayor parte a niños y ancianos debido a la contaminación que está sometida por diversos factores ambientales y malos hábitos de los seres humanos usuarios de las fuentes de abastecimiento.

Dado que no existe otro sistema de abastecimiento de agua se propone el diseño del sistema de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (M.A.B.E.) ya que cuentan con un pozo perforado.

La comunidad nunca ha contado con sistemas de abastecimiento de agua potable en otras épocas anteriores; cuenta con una escuela, un predio donde se reúnen las familias a realizar sus actividades culturales, religiosas y de recreación; tiene acceso de transporte colectivo, lo que significa que cuenta con carreteras en condiciones básicas en todo tiempo del año lo cual nos permite un fácil acceso a dicha comunidad.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, la comunidad El Tamarindo tiene un grave problema por la falta de cobertura y abastecimiento de agua potable, actualmente se abastecen de pozos excavados manualmente con un alto potencial de contaminación por traslado y manipulación. Con esta propuesta de diseño se pretende que las autoridades en conjunto con los pobladores podrán gestionar los fondos para la construcción del sistema de distribución de agua potable el cual pretende suministrar el volumen de agua a una presión adecuada para los 192 pobladores de esa comunidad, teniendo en cuenta una calidad aceptable, y de esta manera mejorar el nivel de vida.

Una vez que se instaure el Sistema de abastecimiento de agua, se espera contar con los beneficios siguientes:

Se disminuirá el trabajo o desgaste físico que incurren los miembros de las 32 familias y principalmente las mujeres, así como los niños, al transportar el agua desde las fuentes hasta sus hogares. Ya que los adultos por lo general se encuentran en su faena diaria del trabajo en el campo.

Se reducirá en un 95 % la incidencia de enfermedades infecto contagiosa que se presentan en la época de lluvias, tales como diarrea, dolores estomacales, parasitosis y hepatitis, se estará disminuyendo de manera simultaneas el nivel de riesgo de estas enfermedades en la comunidad al contar con un sistema de abastecimiento adecuado.

Se contribuirá a que la población adquiera hábitos higiénicos a través de la educación ambiental que contribuyan a mantener su salud, el mantenimiento y operación del sistema garantizando su uso racional del recurso y protección de las fuentes de agua.

Se mejorará grandemente el acceso al agua en cantidad y calidad, ya que la fuente cuenta con los parámetros de las pruebas de potabilización establecidos por las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. (NTON 09 001-99).



Además de lo anterior esta propuesta permitirá poner en práctica los conocimientos adquiridos en distintas áreas de la ingeniería civil como la Estadística, Hidráulica e Ingeniería Sanitaria, etc.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (M.A.B.E.) en la comunidad El Tamarindo, Municipio de Somoto, departamento de Madriz que permita la mejora en la calidad de vida de sus pobladores a través del acceso al agua potable.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar las condiciones socio-económicas de las familias de la comunidad a través de una encuesta.
- Considerar los análisis físico – químico y bacteriológico de la fuente de abastecimiento para garantizar que el agua suministrada es apta para el consumo humano.
- Realizar el diseño hidráulico de la red de distribución y línea de conducción tomando en cuenta el levantamiento topográfico.
- Efectuar simulaciones del comportamiento de los diferentes componentes del sistema con el software EPANET 2.0
- Elaborar el presupuesto del proyecto.

### 1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO.

La comunidad El Tamarindo está ubicada a 20 km en dirección este del municipio de Somoto, cabecera departamental de Madriz, con una elevación promedio de 760 msnm. Las características climáticas del municipio de Somoto son variables, el clima predominante es tropical con la temperatura oscilando entre los 24 C° y 29 C°, la precipitación promedio anual es de 911 mm según el sistema Köppen-Geiger.

Figura 1: Macro localización del proyecto



Fuente: Elaboración propia



Sus límites geográficos son los siguientes:

Al norte: la comunidad Icalúpe

Al sur: las comunidades Los Caracoles y El Bosque

Al este: las comunidades La presa y El Fraile

Al oeste: a 3 km la frontera con Honduras

La topografía del terreno es algo regular, con variadas pendientes suaves.

### **1.5.2 HIDROLOGÍA**

Los sistemas de drenaje natural de la localidad donde se ubica el proyecto están guiados por los sistemas hidrográficos de la Cuenca del río Coco, conformada por diversas quebradas, entre ellas el llamado río Tamarindo ubicado al sur de la comunidad.

### **1.5.3 GEOLOGÍA**

#### **1.5.3.1 GEOLOGÍA REGIONAL**

La geología Regional que predominan, se pueden apreciar rocas sedimentarias Terciarias del grupo Coyoil (Tpca-i y Tpcb), compuestas por ignimbritas, andesitas y basaltos estas rocas se pueden observar que la meteorización se presentan de forma prismáticas, laminares y bastante diaclasado, así como rocas en estado fresco, El Cuaternario se presenta en todo lo que es la región afloran en forma Residual (Qr), compuesto por bolones, arena grava y limo y abundante arcilla.

#### **1.5.3.2 GEOLOGÍA LOCAL**

La geología Predominante dentro del municipio de Somoto, se observan dos formaciones una Cuaternario Aluvial (Qal), y la formación Terciaria Matagalpa y Totogalpa (Tomm y Tot), son las que se encuentran dentro del área de estudio y estas se describen a continuación:

### **Cuaternario Aluvial (Qal)**

Material compuesto por depósitos de las depresiones y arrastres de los sedimentos, producto del arrastre de las rocas aledañas al pequeño valle, y este se compone de bolones, arcilla limos y arenas, el espesor es poco considerable, el color de este tipo de material es muy particular ya que se presenta de color rojizo.

### **Formación Terciaria Oligoceno Medio Matagalpa (Tomm)**

Estas se presentan bastantes diaclasas meteorizadas en toda el área que circunda a la comunidad El Tamarindo y El Fraile, a la vez se encuentran figuras de forma prismáticas (Primordialmente los basaltos) y en algunos casos formando figuras de láminas o prismáticas, esta formación está compuesta por andesitas, basaltos, dacitas e ignimbritas, y se encuentran localizada en todo el alrededor de Cuaternario.

### **Formación Terciaria Oligoceno Inferior Totogalpa (Tot)**

Estas se presentan como aglomeradas con areniscas roja, cristales de cuarzo y abundante arcilla, producto de la meteorización de las rocas metamórficas que se puede manifestar como esquicitos siendo una de las formaciones más antiguas de Nicaragua, con más de 50 años.

## **1.5.4 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

Desde el punto de vista del aprovechamiento de las aguas subterráneas los depósitos Terciarios y Cuaternarios permiten un mejor desarrollo de los acuíferos.

En el área de estudio, los depósitos del grupo de las rocas de la Formación Matagalpa y Totogalpa, constituyen acuíferos de bajas permeabilidad, hasta impermeable, estas pueden tener resultados favorables, con cierto grado de permeabilidad siempre y cuando ellas se encuentran fracturados y con espesor bastante considerado, pero dependen de la que la recarga horizontal o vertical que se da de manera continua, no obstante en esta zona el material cuaternario es bastante impermeable debido a su plasticidad, por lo tanto el comportamiento del agua subterránea es de manera específica de acuíferos acuitados, razón por

la cual no retiene gran cantidad de recarga de agua subterránea. Además, esta comunidad se encuentra en la parte media de la sub cuenca, lo cual el aprovechamiento de las aguas superficiales se puede dar de forma intermedia.

### **1.5.5 CALIDAD HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Los tipos hidrogeoquímicos predominantes de agua en el área de estudio: Aguas bicarbonatadas Cálcicas, según estudios realizados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), la mayor parte de las muestras fueron tomadas en manantiales, que son las principales formas de descarga de las aguas que se acumulan en zonas de fallas, propias de esta región. Estos manantiales por ser de poco recorrido no alcanzan a evolucionar químicamente y por ello predominan el tipo de agua bicarbonatadas magnésica, propias de zonas de infiltración reciente.

Las aguas de esta región, prácticamente conservan la concentración de las aguas meteóricas, baja concentración de iones, debido a: la dureza de la roca por donde circulan, los minerales de silicatos son resistentes a la intemperización, por lo que no hay un rápido enriquecimiento iónico.

### **1.5.6 DATOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA SOCIOECONÓMICA**

#### **1.5.6.1 POBLACIÓN**

La comunidad El Tamarindo tiene una población agrupada, que pertenece al municipio de Somoto, departamento de Madriz, conformada por un total de 32 viviendas y una población de 192 personas, distribuidos en la comunidad de la siguiente manera:

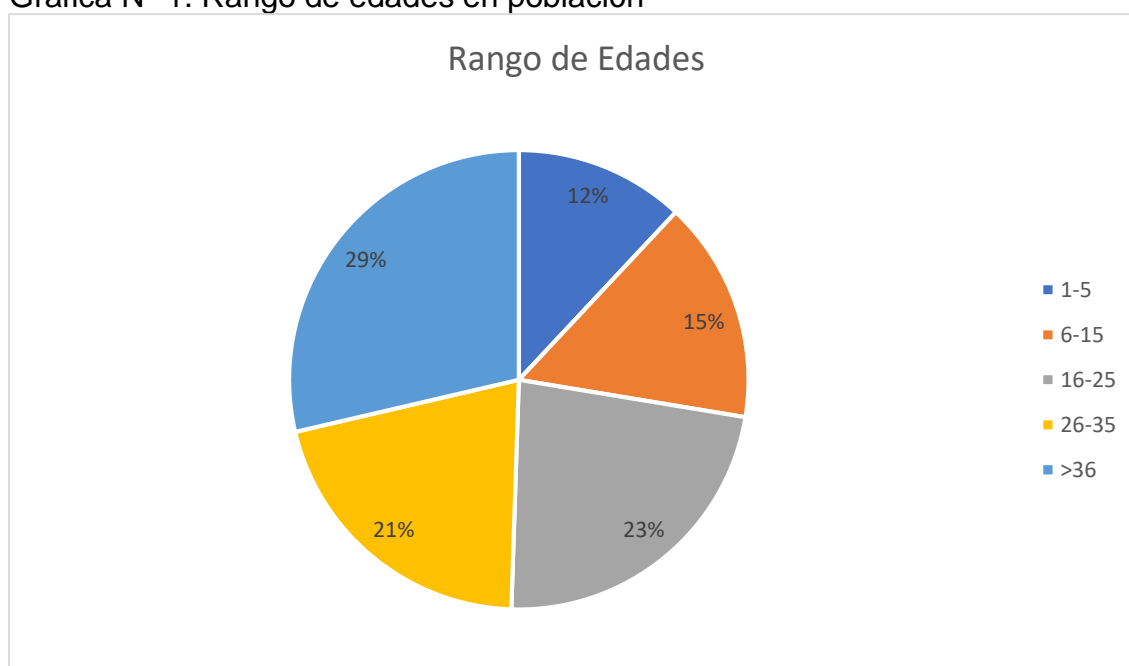
Siendo 6 personas el promedio por vivienda.

Tabla No. 1 Rango de edades de pobladores de la comunidad.

	<b>RANGO DE EDADES</b>					<b>TOTAL</b>
	<b>1-5</b>	<b>6-15</b>	<b>16-25</b>	<b>26-35</b>	<b>&gt;36</b>	
<b>EL TAMARINDO</b>	23	30	44	40	55	192
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>44</b>	<b>40</b>	<b>55</b>	<b>192</b>

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta.

Grafica N° 1. Rango de edades en población



Fuente: Elaboración propia

En la comunidad El Tamarindo la mayor población sitúa en la categoría de >36 años, seguida del rango de 16 a 25 años, en continuidad las edades de 26 a 35 y de 6 a 15 años, y por último se encuentran los niños de 1 a 5 años.

En cuanto a la población predominante en la comunidad El Tamarindo son las mujeres con un 54.55% y los hombres con un 45.45%.

### 1.5.6.2 VIVIENDA

Las viviendas demandantes del proyecto de agua y saneamiento son un total de 32, las que en un 100% pertenecen a la comunidad El Tamarindo.



El 96.6% de la población tienen viviendas propias, y el 3.4% habitan en viviendas prestadas.

### **1.5.7 ASPECTOS SOCIO-ORGÁNICOS**

En esta comunidad la Primordial organización que existe es la Religiosa, seguida de la social (Consejo de Poder Ciudadano), y por último la productiva. Las que están divididas en un 64% para las organizaciones Religiosas, el 22.5% a organizaciones sociales, un 12.3% pertenece a organizaciones productivas y por ultimo con 1.2% a otro tipo de organizaciones.

El 56.35% de los miembros que pertenecen alguna organización son mujeres siendo estas la mayoría, el hombre solo participa en un 43.65%.

Al ser consultados sobre la disposición de organizarse en función de la ejecución de un proyecto de Agua y Saneamiento, el 100% de los encuestados manifestó tener disposición de organizarse ya que es necesidad que todos comparten.

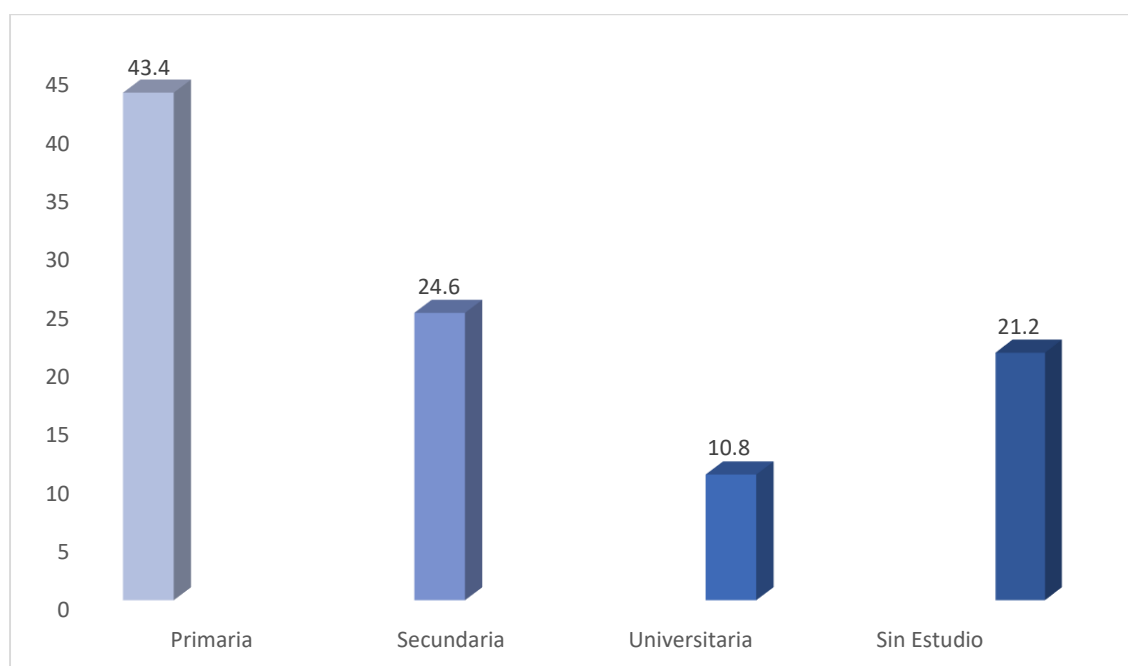
### **1.5.8 SERVICIO PÚBLICO EXISTENTE**

#### **1.5.8.1 EDUCACIÓN**

En la comunidad El tamarindo se cuenta con escuela primaria, la cual posee buena infraestructura física; la educación secundaria la cursan en una comunidad vecina llamada El Espinal.

El 43.4% de la población tiene aprobada la primaria; el 24.6% tiene aprobado sus estudios secundarios, el 10.8% de la población a estudia carrera universitaria y el 21.2% no tiene aprobado ningún grado escolar.

Grafica N° 2. Educación en la población



Fuente: Elaboración propia

#### **1.5.8.2 SALUD**

La comunidad El Tamarindo cuenta con puesto de Salud, la que posee una buena infraestructura; en el centro se brinda los servicios básicos a toda la comunidad.

#### **1.5.8.3 ENERGÍA**

En la comunidad existe el servicio de energía eléctrica domiciliar. El pago promedio de Energía eléctrica en esta comunidad es de C\$ 85.40 (ochenta y cinco córdobas con 40/100) mensual.

#### **1.5.8.4 TRANSPORTE**

El tipo de transporte que circula por la comunidad es del tipo privado y particular, la movilización se puede realizar a través de medios de transporte como bicicletas, motos, auto móvil o a pie. También utilizan un medio de transporte colectivo el que tiene como destino Somoto.

#### **1.5.8.5 COMUNICACIÓN**

En la comunidad la única forma de comunicarse es a través de telefonía celular.

### **1.5.9 ACTIVIDAD ECONÓMICA**

En su mayoría la población trabaja dentro de la comunidad, siendo esta comunidad apta para la agricultura y ganadería. La principal producción de la zona es el frijol, maíz, sorgo y otros tipos de cultivos. Cuentan con ganado caprino, equino y bobino.

### **1.5.10 SANEAMIENTO E HIGIENE**

El 100% de la población de la comunidad posee letrina, un 35% se encuentra en buen estado, el 46% en regular estado y el 19% en malas condiciones.

Las letrinas son utilizadas por los adultos y niños. El suelo predominante donde se construyeron las letrinas es arcilloso.

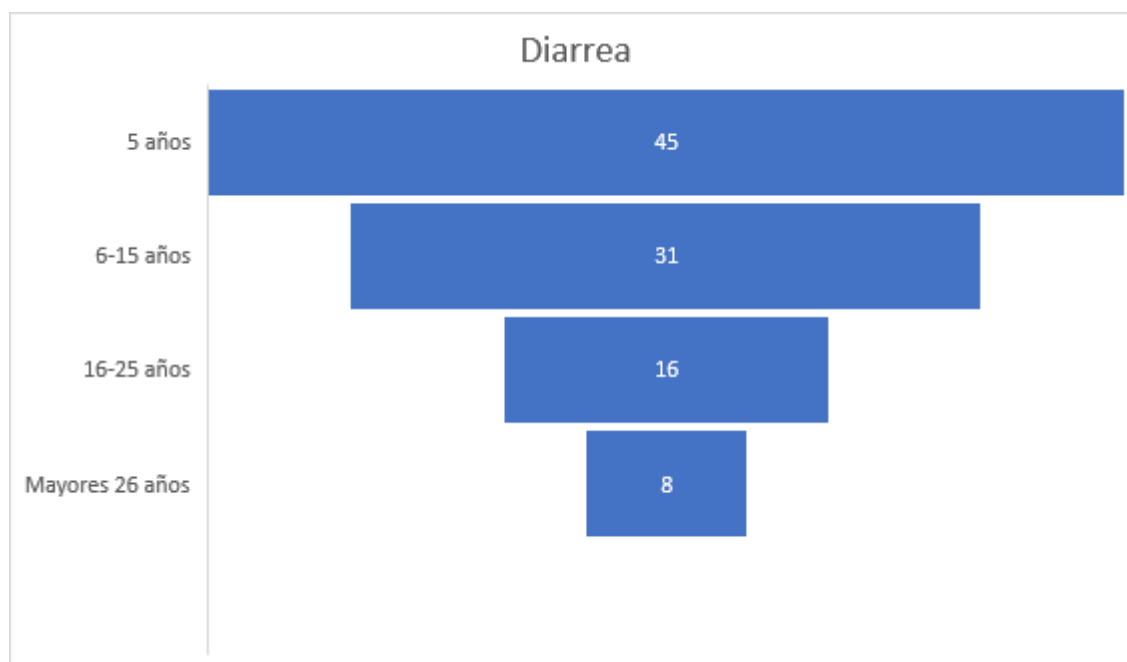
### **1.5.11 INCIDENCIAS DE ENFERMEDADES MÁS COMUNES**

Para conocer las enfermedades y la frecuencia con que se presentan en los pobladores de la comunidad, se investigó a través de la encuesta. Obteniendo como resultado lo siguiente:

#### **Diarrea**

El 45% niños menores de 5 años, 31% de los niños entre 6-15 años, el 16% lo padecen las personas mayores de 16- 25 años y el 8% la padecen los mayores de 26 años.

Grafico N° 3. Diarrea en población



Fuente: Elaboración propia

### **Malaria**

Poco son los casos que se han registrado en la comunidad.

### **Tos y resfriado**

El 26% la padecen las personas mayores de 26 años, el 28% las personas que están entre los 16-25 años, el 30% lo padecen los pobladores entre los rangos de edades de 6-15 años y los niños menores de 5 años registran un 16%.

### **Otras**

Otro tipo de enfermedades que han padecido los pobladores han sido diabetes, artritis, dolores de cabeza, infección renal, dengue y parasitosis por mencionar algunas. Estas enfermedades se presentan en un porcentaje muy bajo.

## **1.5.12 INGRESO**

En la comunidad El tamarindo los ingresos económicos del 35% de los habitantes es similar ya que estos trabajan al día con un salario diario de C\$ 120 estos trabajos no son permanentes, el 15% trabaja fuera de la comunidad con un salario mensual de C\$ 5,200; un 50% de las personas dependen de la cantidad que obtengan en producción de granos, hortalizas, tabaco y leche.

## **II.CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 MINIACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (M.A.B.E.)**

El sistema de bombeo sumergible es un sistema de levantamiento artificial que emplea la energía eléctrica convertida en energía mecánica para levantar una columna de fluido desde un nivel determinado hasta la superficie, descargándolo a una determinada presión por medio de los diferentes elementos del sistema.

Como en todos los casos cuando se desea diseñar un sistema de abastecimiento se debe tomar en cuenta la disponibilidad de la fuente de suministro, condiciones para la operación como la disponibilidad de mantenimiento, la capacidad de pago de los usuarios y de acuerdo a las normas de diseño de un sistema de acueductos

### **2.2 ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre, estos levantamientos topográficos sirven de guía para saber las diferencias de alturas en el terreno y longitudes de los diferentes tramos de tubería.

### **2.3 ESTUDIO POBLACIONAL**

La determinación de las características de la población y su proyección futura, son los aspectos más importantes del análisis demográfico. El estudio de población consistirá en la caracterización del estilo de vida de los habitantes de la comunidad, que incluirá, la densidad de población por zonas y sus características generales como estructuras por edades y nivel de ingreso general, además de las características habitacionales y comerciales, y la estimación de la tasa de crecimiento poblacional para la comunidad. La información requerida se obtendrá de la aplicación de la encuesta socioeconómica y de caracterización de la condición de servicio.

### **2.3.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN**

Para el cálculo de la población futura en el periodo de diseño el INAA sugiere, a través de las NTON 09001-99, que se proyecte usando el método geométrico, para el cual:

$$Pn = Po(1 + r)^n$$

Dónde:

Pn = Población del año "n"

Po = Población al inicio del período de diseño

r = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

La tasa de crecimiento calculada para el periodo de diseño, deberá ser comparada con la tasa nacional, que varía de 2.5% a 4%.

### **2.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO**

Con el fin de evaluar el potencial de las fuentes existentes dentro de la comunidad, se realizan observaciones detalladas de las fuentes con mayores posibilidades, mediante la realización de pruebas para evaluar su calidad y rendimiento potencial. El estudio hidrológico conlleva un diagnóstico complejo de los acuíferos explotables para el proyecto, estudio que por lo general se realiza conjuntamente con la caracterización geológica de la zona, para establecer un estudio denominado hidrogeológico, con el que se puede definir la extensión y capacidad de recuperación de los acuíferos. El estudio hidrológico comprenderá los siguientes parámetros: Calidad del agua de la fuente, rendimiento y el análisis de las precipitaciones en la zona a través del balance hídrico.

#### **2.4.1 CALIDAD DEL AGUA**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad. Para el control de las enfermedades hídricas, el nuevo FISE, establece que la fuente de agua seleccionada deberá ser objeto de un análisis de calidad de agua físico-químico, bacteriológico, arsénico y metales pesados, parámetros que deben

encontrarse dentro de los límites permisibles para el agua de consumo humano establecidos por el INAA.

#### **2.4.2 RENDIMIENTO DE LA FUENTE**

La aceptación de un pozo se realiza en base a su rendimiento, el que se mide a través de una prueba de bombeo, dicha prueba tiene como objetivo determinar el caudal máximo de explotación y de esta manera garantizar la durabilidad la fuente y por ende del sistema. El INAA establece, que esta prueba debe realizarse en período seco, si no se tiene información del caudal de la fuente en período seco, no se debe considerar como alternativa para el proyecto y esperar hasta el período seco para su aforo.

#### **2.4.3 BALANCE HÍDRICO**

El estudio del balance hídrico se basa en la aplicación del principio de conservación de masas. Este establece que para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada (UNESCO, 1982). A través del balance hídrico es posible realizar una evaluación cuantitativa espacial y temporal de los recursos hídricos. El balance hídrico realiza una estimación del contenido del agua disponible de una región considerando el tipo de suelo, la precipitación, la demanda potencial de agua de la atmósfera y la transpiración de la vegetación.

#### **2.6 NIVEL DE SERVICIO**

Con el objetivo de establecer un parámetro que garantice la integridad, vida útil y buen funcionamiento de todos los componentes del sistema (especialmente la fuente), se determina el nivel de servicio óptimo, contrastando las características y condiciones particulares de la población a servir, con los criterios y requisitos particulares establecidos por norma para la adopción de cada nivel de servicio.

### **2.6.1 PUESTOS PÚBLICOS**

Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas. La distancia máxima entre puesto y casa más alejada será de 100mts. Además se deberán ubicar puestos en las escuelas, centro de salud, centros Infantiles.

### **2.6.2 CONEXIONES DOMICILIARES**

Son tomas de agua que se aplica en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

## **2.7 DOTACIÓN**

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

1. Nivel de servicio adoptado
2. Factores geográficos
3. Factores culturales
4. Uso del agua (NTON 09 001-99, capítulo 3, inciso 1).

## **2.8 CAUDALES NODALES**

Son muchos los métodos que pueden emplearse para la determinación de los caudales nodales, de entre estos sobresale el método de la longitud unitaria, por su fiabilidad, sencillez y fácil aplicación. El método consiste en calcular un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total de la red. Para obtener el caudal en cada tramo, se debe multiplicar el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

La expresión característica del método es la siguiente:

$$Qi = q * Li$$

Donde:

$$q = \frac{Q_{mh}}{L_t}$$



q: Caudal unitario por metro lineal de tubería (l/s/m).  
 Qi: Caudal en el tramo "i" (l/s).  
 Qmh: Caudal máximo horario (l/s).  
 Lt: Longitud total de tubería del proyecto (m).  
 Li: Longitud del tramo "i" (m).

## 2.5 CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios utilizados en el desarrollo de este diseño de proyecto, estos están guiados por los parámetros de diseño establecidos en las normas técnicas: Normas Técnicas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural (NTON 09 001-99), Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09 003-99) – INAA y Agua potable para poblaciones rurales de Roger Agüero Pittman (1997).

## 2.6 PARÁMETROS DE DISEÑO

### 2.6.1 PERÍODO DE DISEÑO

En los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con los siguientes propósitos:

- Determinar los periodos en que satisfacen las demandas de la población.
- Que elementos del sistema deberán diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones que deben considerarse para incorporar los nuevos componentes del sistema.

Tabla No. 2 Periodo de diseño de los componentes de un M.A.B.E.

<b>Tipos de Componentes</b>	<b>Periodo de diseño</b>
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años

<b>Tipos de Componentes</b>	<b>Periodo de diseño</b>
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: NTON 09 001-99, INAA 2001.

### **2.6.2 VARIACIONES DE CONSUMO**

Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPDT (Consumo promedio diario total)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPDT (Consumo promedio diario total)

### **2.6.3 PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se encuentren dentro de un rango permisible:

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

### **2.6.4 VELOCIDADES PERMISIBLES EN TUBERÍAS**

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

Tabla No 3. Coeficiente de rugosidad Material del Conducto Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen-William

<b>Material del Conducto</b>	<b>Coeficiente de Rugosidad ( C )</b>
Tubo de hierro Galvanizado (Ho.Go)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido (Ho. Fo )	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: NTON-09 001-99

### **2.6.5 COBERTURA DE TUBERÍAS**

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

### **2.6.6 PÉRDIDAS DE AGUA EN EL SISTEMA**

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

### **2.6.7 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA**

El objetivo de controlar la calidad del agua es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación del sistema, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones:

- a) La fuente de agua a considerada para el proyecto, deberá ser objeto de por lo menos un análisis físico-químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
- b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- c) Análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad de las aguas vigentes aprobadas por el INAA y MINSA.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros establecidos por la NTON 09 001-99 para evaluar la calidad del agua, dichos parámetros han sido adoptadas de las “Normas regionales de calidad del agua para el consumo humano”, editadas por CAPRE.

Tabla No 4. Parámetros bacteriológicos Origen Parámetros

Origen	Parámetros (b)	Valor recomendado	Valor max. Admisible	Observaciones
A- Todo tipo de Agua de bebida	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
B- Agua que entra al sistema de Distribución	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
	Coliforme Total	Negativo	≤4	En muestras consecutivas
C- Agua en el sistema de distribución detectado	Coliforme Total	Negativo	≤4	En muestras puntuales. No debe de ser.
		Negativo	Negativo	En el 95% de las muestras anuales (c )

Fuente: NTON 09 001-99

El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli. La bacteria coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.

En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de coliforme fecal. Si el remuestreo da resultados negativos, no se toma en consideración las muestras adicionales recolectadas, cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.

En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras al año, el porcentaje de muestras negativas debe ser  $\geq 90\%$ .

Tabla No 5. Parámetros organolépticos

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor recomendado</b>	<b>Valor max. Admisible</b>
Color verdadero	mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5

Fuente: NTON 09 001-99

Tabla No 6. Parámetros físicos-químicos

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor recomendado</b>	<b>Valor máximo admisible</b>
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	Us/cm	400	
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	400	
Sulfatos	mg/l	25	250
Calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	100	
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sol.Tot. Disueltos	mg/l		1000
Magnesio	mg/l CaCo <sub>3</sub>	30	50

Fuente: NTON 09 001-99

Tabla No 7. Parámetros para sustancias no deseadas

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor recomendado</b>	<b>Valor máximo admisible</b>
Nitrato-NO-13	mg/l	25	45
Nitritoso-NO-12	mg/l	0.1	1
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Fluoruro	mg/l		0.7-1.5

Fuente: NTON 09 001-99

Tabla No 8. Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Máx. Admisible</b>
Arsénico	mg/l	0.01

Fuente: NTON 09 001-99

## 2.7 DISEÑO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Un M.A.B.E., se compone de los siguientes elementos: Fuente de abastecimiento (generalmente un pozo perforado), estación de bombeo, línea de conducción, depósito y red de distribución.

### 2.7.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO

La fuente de abastecimiento es un elemento primordial para el diseño de abastecimiento de agua potable y debe de definir su ubicación, clasificación de fuente, cantidad de agua suministrada y la calidad de esta antes de iniciar cualquier fase del proyecto.

Según las características de la ubicación, topografía y la naturaleza de la fuente, el suministro de agua será por medio de aguas subterráneas porque permite la mejor selección técnica y económica que se ajuste a la comunidad El Tamarindo.

La capacidad de la fuente estará sujeta al consumo promedio diario y a las variaciones de consumo, los estudios de fuentes subterráneas deberán estar sujetos al periodo comprendido al periodo de diseño.

Los criterios de selección del pozo serán los siguientes:

- El caudal de explotación será obtenido por medio de una prueba de bombeo de mínimo 24 horas a caudal constante y de una prueba de bombeo con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. Según la prueba se recomendará el caudal máximo de explotación de la fuente.
- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un periodo de bombeo de mínimo 12 horas y máximo 16 horas.
- El caudal máximo recomendado de explotación de un pozo deberá ser de 1.5 o mayor del consumo promedio al día (QPD).
- La comunidad deberá tener disposición de operar y dar mantenimiento al sistema.

### **2.7.2 ESTACIÓN DE BOMBEO**

A grandes rasgos se pueden distinguir tres elementos en toda la estación de bombeo:

- La tubería de succión y sus accesorios (anterior a la bomba).
- La bomba (generalmente centrífuga, se debe disponer siempre de una bomba de reserva).
- La tubería de impulsión y sus respectivos accesorios (posterior a la bomba).
- Los equipos de bombeo se seleccionan para un periodo inicial de 5 a 10 años, mientras que los diámetros de las tuberías de impulsión y succión se determinan con base en el caudal necesario para el periodo de diseño final.

### **2.7.2.1 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN**

En el caso de la captación de agua por bombeo, la estación debe colocarse aguas arriba de cualquier descarga de aguas residuales. Se debe estudiar la disponibilidad de energía eléctrica o combustible y el acceso a las instalaciones.

### **2.7.2.2 CASETA DE CONTROL**

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

### **2.7.2.3 FUNDACIONES DE EQUIPOS DE BOMBEO**

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

### **2.7.2.4 EQUIPO DE BOMBEO**

En la práctica nacional, los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos menores de 10 m de profundidad son bombas de eje horizontal, y para pozos mayores de 10 m son las de turbinas de eje vertical y sumergible.

### **2.7.2.5 HIDRÁULICA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO (BOMBAS SUMERGIBLES)**

#### **a) DIÁMETROS Y VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS**

El diámetro de la tubería de descarga será calculado a partir de la ecuación siguiente, similar a la de Bresse y de amplia aplicación en los Estados Unidos:

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

D: Diámetro en m.

Q: Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s.

Las velocidades en la descarga deberán estar entre el siguiente rango:

$$0.6 \text{ m/s} < V_{\text{desc}} < 1.5 \text{ m/s}$$

#### **b) CARGA TOTAL DINÁMICA (CTD):**

$$CTD = NB + CED + hf_{\text{columna}} + hf_{\text{desc}}$$

NB: Nivel más bajo del agua durante el bombeo.



CED: Carga estática de la descarga.

hfcolumna: Perdidas de la columna dentro del pozo.

hfdesc: Perdidas en la descarga.

NB= NEA + Variación + Abatimiento.

CED= Nivel del agua en la descarga – Nivel más bajo en la superficie.

- **CARGA TOTAL DINÁMICA (CTD):** Es la carga total contra la cual debe operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende.
- **NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA:** Es la profundidad del agua subterránea referida al nivel del terreno. Este componente puede obtenerse mediante mediciones hechas en los pozos cercanos al sitio donde se propone construir el pozo.
- **VARIACIÓN ESTACIONAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA:** Puede establecerse restando la profundidad del agua medida al final del mes de abril o a principios de mayo, la profundidad del agua registrada al final de octubre o a principios de noviembre.

- **PÉRDIDAS EN LA COLUMNA**

Las NTON 09 001-99, establecen que las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran igual al 5% de su longitud.

$$hfcolumna = 5\%Lc$$

$$Lc = NB + Sumergencia$$

Lc= Longitud de la columna.

En la práctica la sumergencia de la bomba generalmente se estima en unos 10 a 20 pies.

- **PERDIDAS EN LA DESCARGA**

Para determinar las pérdidas en la descarga se necesita conocer las pérdidas localizadas en los accesorios como longitud equivalente de tubería Le

$$L_{real} = L_{tubería} + L_e$$

$L_e$  = Longitud equivalente que depende de los elementos contenido en la sarta.

$$h_{desc} = 10.674 \left( \frac{Q}{C} \right)^{1.852} \frac{L_{real}}{\phi^{4.87}}$$

Tabla No 9. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).

Elemento	mm. plg.	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150	200	250	300	350
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14
Codo 90°																
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5
Codo 45°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3
Curva 90°																
R/D: 1 1/2		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4
R/D: 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4
Curva 45°		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5
Entrada																
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2
De borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0
Valvula																
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21.0	26.0	34.0	45.3	51.0	67.0	85.0	102	120
Angulo de pie		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10.0	13.0	17.0	21.0	26.0	34.0	43.0	51.0	60.0
Retención		3.6	5.6	7.3	10.0	11.6	14.0	17.0	20.0	23.0	31.0	39.0	52.0	65.0	78.0	90.0
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0
Te de paso																
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Lateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Te salida																
Bilateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Salida de tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0

Fuente: (López R.A, 1999)

## • SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

Conociendo la altura a vencer por la bomba ( $H_b$ ) y el caudal que debe suministrar la misma ( $Q$ ), se selecciona de entre los equipos de bombeo ofrecidos por catálogo aquel modelo que presente una curva característica que trabaje en un rango de altura y caudal lo más parecido posible a los valores calculados. Del catálogo se obtienen las especificaciones de la bomba seleccionada, que incluye: velocidad de giro ( $n$ ), diámetro del orificio de la bomba ( $d$ ), potencia ( $P$ ) y la eficiencia ( $N$ ).

- **POTENCIA HIDRÁULICA DE LA BOMBA**

$$Pb = \frac{Q * CTD}{3960}$$

Dónde: PB: Potencia de la bomba (HP).

Q: CMD (gpm).

CTD: Carga total dinámica (pie).

- **POTENCIA ANALÍTICA DEL EQUIPO DE BOMBEO**

$$PEB = \frac{PH}{e}$$

PH: Potencia hidráulica de la bomba (HP).

e: Eficiencia.

PEB: Potencia analítica del equipo de bombeo (HP).

## **2.8 POBLACIÓN A SERVIR**

En los mini acueductos la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio. El tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse (NTON 09001-99 capítulo 3, inciso 2).

## **2.9 CONSUMO DE AGUA**

Independientemente que la población se rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas (Agüero Pittman, 1997).

## **2.10 PERIODO DE DISEÑO**

En los diseños de proyectos de abastecimientos de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito determinar que periodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100 % eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones (Agüero Pittman, 1997).

## **2.11 LÍNEAS DE CONDUCCIÓN**

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas (NTON 09 001-99, capítulo 7, inciso 7.2).

## **2.12 LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO**

En el diseño de conducción por bombeo se hará uso de una fuente externa de energía para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo (NTON 09 001-99, capítulo 7, inciso 2.2).

## **2.13 GOLPE DE ARIETE**

Se denomina Golpe de ariete el efecto de choque violento sobre presión súbita producido sobre las paredes del conducto forzado, al modificarse de manera instantánea el movimiento del fluido, como puede ocurrir en el caso del cierre repentino de una válvula (López R.A, 1999).

## **2.14 ALMACENAMIENTO**

El almacenamiento es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para su suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento de abastecimiento de agua a la comunidad, pues debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad del sistema, tal como de energía en el equipo de bombeo, o reparaciones del mismo, incendios, y variaciones de consumo (NTON 09 003-99, capítulo 8, inciso 8.1).

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que

brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución (NTON 09 001-99, capítulo 8, inciso 8.3).

## **2.15 TANQUE SOBRE EL SUELO**

Se recomiendan estos tipos de tanque, cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera (NTON 09 001-99, capítulo 8, inciso 2.2)

## **2.16 FUNCIONES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de desabastecimiento de bombeo (NTON 09 001-99, capítulo 8, inciso 8.1 y 8.1).

## **2.17 POTABILIZACIÓN**

Si la calidad del agua satisface las normas recomendadas deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

La mayoría de las aguas superficiales requieren en mayor o en menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración). Desde hace décadas, el cloro ha sido un desinfectante muy importante y ha jugado un papel esencial en el tratamiento de agua. El cloro es el desinfectante más extendido y usado a nivel mundial.

En Nicaragua casi todos los sistemas de abastecimiento que desinfectan el agua el agua potable debido a su potencia germicida, economía y eficiencia. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos desinfectantes principales con las propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y

proporcionan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

## **2.18 DESINFECCIÓN**

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad. Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección. El cloro se presenta puro en forma líquida o compuesta, como hipoclorito de Calcio, el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, o como hipoclorito de Sodio de configuración líquida (NTON 09 001-99, capítulo 9, inciso 2).

## **2.19 RED DE DISTRIBUCIÓN**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el sistema puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos. Se deberá proveer la red de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento. (NTON 09 001-99, capítulo 7, inciso 7.3).

## **2.20 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD**

Una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo (NTON 09 001-99, capítulo 7, inciso 7.2).

## **2.21 TIPOS RAMIFICADOS**

Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden construir pequeñas mallas o ramales ciegos. Este tipo de red es usada cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

## **2.22 VÁLVULAS**

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de: corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras.

### **2.22.1 VÁLVULAS DE PASE**

Deberán espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Serán instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales (NTON 09 003-99, capítulo 7, inciso 10.2).

### **2.22.2 VÁLVULAS DE LIMPIEZA**

Estos dispositivos que permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas. (NTON 09 003-99, capítulo 7, inciso 10.3).

## **2.23 DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITORIOS**

Estructuras diseñadas para controlar depresiones, sobrepresiones, burbujas de aire y demás perturbaciones en la conducción, ocasionadas por fenómenos transitorios.

## **2.24 CONEXIONES DOMICILIARES**

Son tomas de agua que se aplica en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operación (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio (NTON 09 001-99, capítulo 3, inciso 3.2).

### **III. CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

Las normas de diseño empleadas fueron tomadas del documento normas técnicas I.-diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural NTON 09 001-99, Saneamiento básico rural NTON 09 002-99.

#### **3.1 FUENTES DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para el desarrollo de esta investigación se consultaron diversas fuentes de datos, las cuales se describen a continuación:

##### **3.1.1 FUENTES PRIMARIAS**

- Reconocimiento del área de estudio.
- Características del agua.
- Situación económica de cada familia beneficiada.
- Identificación de las posibles fuentes de agua.
- Ubicación del pozo.
- Datos y mapas de la zona de estudio.

##### **3.1.2 FUENTES SECUNDARIAS**

- Se visitó a las instituciones como la ALCALDIA, ENACAL, para recopilar información y datos necesarios (Ubicación, características locales, estudios realizados), para tener un mejor orden e información del proyecto.
- ENACAL: Para verificar las normas que comúnmente se aplican en los sistemas de agua, como los parámetros más comunes que evalúan la calidad de agua de la fuente.
- INETER: Para recaudar mapas cartográficos y topográficos necesarios para la ubicación de la fuente, reconocimiento de la área de estudio, de igual manera para el trazado preliminar de la línea para el sistema.
- Consultas en biblioteca virtual de ENACAL central, con el objetivo de obtener las normas necesarias que deben ser aplicadas a los sistemas en la parte rural.



### **3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS**

- Encuesta socioeconómica a poblaciones beneficiadas.
- Aforo en la fuente para conocer el caudal que esta genera para el abastecimiento de la población.
- Análisis físico-químico de calidad de agua de la fuente de abastecimiento para así conocer las condiciones del agua que se le dará a la población.
- Levantamiento topográfico mediante instrumentos apropiado, para el diseño del sistema (MABE).
- Uso de AutoCAD para el trazado y delimitación de la cuenca a través de un mapa topográfico de INETER.

### **3.3 HERRAMIENTAS USADAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO**

- Mapas de la zona.
- GPS.
- Equipo topográfico (Estación total Leica TPS1200 + Professional Series, prisma, bastón, brújula, Cinta métrica).
- Calculadora.
- Computadora Laptop.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.
- Recipientes destilados para muestras de agua.

### **3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

El análisis de datos consiste en el estudio de la información obtenida, como en la comparación con la información recolectada en la primera etapa, la cual debe ir ligada a los objetivos propuesto para dicho investigación, por lo tanto, fue necesario implementar el uso de diversos programas como:

- Programas de Microsoft (Excel, Word) para la memoria de cálculo e informe de la formulación del sistema.
- Procesamiento de datos obtenidos en el levantamiento topográfico mediante el programa CivilCAD.

- Obtención de ecuaciones y normas aplicadas al diseño.
- AutoCAD: Para la delimitación de cuenca.
- EPANET: Para la simulación del sistema.

### **3.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

La metodología para la realización del levantamiento topográfico, son las recomendados brindadas por el FISE. Por lo que para realizar esta actividad se hicieron los siguientes pasos:

- 1- Evaluación de la zona: Este permitió conocer el sitio del proyecto y determinar su cobertura, sirviendo esto para la realización del croquis, indicar los puntos límites, caminos, distancias estimadas, entre otros.
- 2- Levantamiento topográfico: Se realizó la Planimetría y Altimetría para la línea de conducción, para ubicar los puntos de mayor y menor elevación que permitió analizar la ubicación de la fuente y el tanque de almacenamiento.
- 3- Elaboración de planos topográficos: Se elaboraron los planos topográficos de los lotes, así como plano de planta, perfil de la línea de conducción y distribución utilizando el programa AutoCAD y su complemento CivilCAD.

### **3.6 CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA**

El diseño de los componentes del sistema estará basado a la normativa implementada por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA) principalmente con las Normas técnica rurales (NTON 09 001-99).

La configuración del sistema de abastecimiento propuesto para la comunidad de El Tamarindo, será del tipo: Fuente-Tanque-Red, por lo que se hará de acuerdo a este orden, la descripción de los criterios de diseño.

### **3.7 ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN DE DISEÑO**

#### **3.7.1 RAZÓN DE CRECIMIENTO**

Para el planteamiento de alternativas se efectuará las proyecciones de población, para lo cual se requiere estudiar el comportamiento del crecimiento de la población.

$$r = \left( \frac{P_n}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento

P<sub>n</sub>: Población de año n

P<sub>o</sub>: Población al inicio del periodo de diseño

n: Número de años que comprende el período de diseño

### 3.7.2 TASA DE CRECIMIENTO

Conforme a lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 2.2, si no se dispone de población al inicio del periodo de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales previamente entrenados. Conviene la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. Se determinó la tasa de crecimiento basado en los registros de INIDE, de los años 1995 – 2005 y para el año 2019 los datos obtenidos de la encuesta socio-económica.

Tabla No 10. Estadísticas censales

<b>Censo Poblacional</b>	<b>Republica de Nicaragua</b>	<b>Municipio Somoto</b>	<b>Comunidad El Tamarindo</b>
Encuesta socio-económica 2019, (fuente propia).	-	-	192
MINSA 2018	-	-	188
Censo de crecimiento INIDE 2005	5,142,098	33,788	185
Censo de crecimiento INIDE 1995	4,357,099	30,198	168

Fuente: Censo poblacional, (INIDE, 1995-2005), MINSA (2018), Encuesta socio-económica, (2019).

### **3.7.3 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN**

Según la NTON 09 001-99, en el inciso 2.2, para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico. Este método es el que se utiliza en Nicaragua, ya que es el que mejor representa el ritmo de crecimiento de países en subdesarrollo donde hay un mayor porcentaje de población joven menor de 30 años. La fórmula se expresa de la forma siguiente:

$$Pn = Po(1 + r)^n$$

Donde:

Pn: Población del año n

Po: Población al inicio del periodo de diseño

r: Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal

n: Número de años que comprende el período de diseño

### **3.8 DOTACIÓN**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 3.1, la dotación que usaremos para nuestro proyecto será con un caudal de 60 lppd, ya que solo se consideraron conexiones domiciliarias de patio.

### **3.9 POBLACIÓN A SERVIR**

La comunidad cuenta con 192 habitantes, una escuela pública (primaria), centro de salud y una iglesia evangélica.

### **3.10 PERIODO DE DISEÑO**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 4.1, en proyectos de abastecimientos de agua potable se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes de sistema con el objetivo de:

- Determinar que períodos de estos componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas

- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

Tabla No 11. Periodo de diseño

<b>Tipo de componente</b>	<b>Periodo de diseño</b>
Pozos perforados	15 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: NTON 09 001-99

### **3.11 PÉRDIDAS DE AGUA EN EL SISTEMA**

En el inciso 4.7, de la NTON 09 001-99 dice que cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

### **3.12 VARIACIONES DE CONSUMO**

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para dimensionamiento de: Obra de captación, línea de conducción y red de distribución.

$CPD = \text{Dotación} * \text{Población}$

$CMD = (1.5 * CPD) + P$

$CMH = (2.5 * CPD) + P$

Donde:

CPD: consumo promedio diario

CMD: consumo máximo diario

CMH: consumo máximo hora

P: Pérdidas

### **3.13 COBERTURA DE TUBERÍA**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 4.6, para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metros sobre la corona del tubo.

### **3.14 PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento la norma recomienda que estas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

- Presión Mínima: 5.0 metros
- Presión Máxima: 50.0 metros

### **3.15 VELOCIDADES PERMISIBLES EN LAS TUBERÍAS**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 4.5, se recomienda fijar valor de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

- Velocidad Mínima=0.4 m/s
- Velocidad Máxima=2 m/s

### **3.16 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA**

El objetivo de controlar la calidad del agua, es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación del sistema, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones.

- La fuente de agua a considerar para el proyecto, deberá ser objeto de por lo menos un análisis físico-químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
- Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- Análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad de las aguas vigentes aprobadas por el INAA y MINSA.

### **3.17 DISEÑO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA**

Un MABE, se compone de los siguientes elementos: Fuente de abastecimiento (generalmente un pozo perforado), estación de bombeo, línea de conducción, tanque y red de distribución.

### **3.18 FUENTE**

Es un pozo perforado con una profundidad de 210 pies, con diámetro de 8", ubicado en la cota 765.552 msnm. Este debe de cumplir con dos propósitos importantes:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

Según la NTON 09 001-99, en su inciso 5.3.3, establece que para que un pozo perforado sea una fuente potencial a ser explotada en un MABE, se debe considerar que:

- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio.

### **3.19 ESTACIÓN DE BOMBEO**

#### **3.19.1 ELEMENTOS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

A grandes rasgos se pueden distinguir tres elementos en toda la estación de bombeo:

- La tubería de succión y sus accesorios (anterior a la bomba).
- La bomba (se debe disponer siempre de una bomba de reserva).
- La tubería de impulsión y sus respectivos accesorios (posterior a la bomba).

Los equipos de bombeo se seleccionan para un periodo inicial de 5 a 10 años, mientras que los diámetros de las tuberías de impulsión y succión se determinan con base en el caudal necesario para el periodo de diseño final (López R.A, 1999).

#### **3.19.2 CACETA DE CONTROL**

Según la NTON 09 001-99, en el inciso 6.2, la caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyendo la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

#### **3.19.3 EQUIPO DE BOMBEO**

##### **3.19.3.1 BOMBAS VERTICALES**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 6.4.1, los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible, para su selección se deben tomar en cuenta los factores siguientes.

Se debe considerar que en la tubería de descarga se deberá efectuar un estudio económico-comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado.

#### **3.19.4 POTENCIAL Y CAUDAL EXPLOTABLE**

De acuerdo con lo establecido en el inciso 5.3.3, de la NTON 09 001-99 dice uno de los principales criterios de aceptación de una fuente para un MABE, que el caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo promedio diario (CPD). Por lo tanto, se debe verificar



que el rendimiento potencial del pozo sea suficiente para dotar de agua al nuevo sistema.

### **3.19.5 DISEÑO HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE BOMBEO**

Se diseñará un solo equipo de bombeo, calculado para el caudal de diseño de 20 años, el equipo deberá ser reemplazado luego del primer periodo de 10 años, por otro equipo de iguales especificaciones que el primero, las que se determinaran en esta sección. En la práctica la sumergencia de la bomba generalmente se estima en unos 10 ft a 20 ft por lo cual se trabajó con una sumergencia de 20 ft.

### **3.19.6 ECUACIÓN DE BERNOULLI**

Descarga ahogada

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + HB = Z_2 + \frac{(V_2)^2}{2g} + \sum_1^2 h_f + \sum_1^2 h_l$$

Donde se obtiene la ecuación de altura de bombeo o carga total dinámica.

### **3.19.7 CARGA TOTAL DINÁMICA (CTD)**

CTD= NB + CED + hf columna + hf descarga + hf tubería

#### **3.19.7.1 NIVEL MÁS BAJO DEL AGUA DURANTE EL BOMBEO**

NB= N Terreno - (NEA + Variación + Abatimiento + sumergencia)

#### **3.19.7.2 CARGA ESTÁTICA DE LA DESCARGA**

CED = Altura de rebose – Nivel del pozo

#### **3.19.7.3 PÉRDIDAS EN LA COLUMNA DENTRO DEL POZO**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 6.4.1, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5%.

$L_c = NB$

$h_f \text{ columnas} = 5\%L_c$

Donde:

NB: Nivel más bajo durante el bombeo

$L_c$ : Longitud de columna

### 3.19.7.4 PÉRDIDAS DE LA DESCARGA

#### Diámetro y velocidades en las tuberías:

El diámetro de la tubería de descarga será calculado a partir de la siguiente ecuación, similar a la de Bresse, pero que utiliza el caudal de diseño en lugar del caudal de bombeo:

$D$ : Diámetro en m

$Q$ : Caudal de diseño  $m^3/s$

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

Pérdidas en la descarga Utilizando la tabla de pérdidas localizadas en longitudes equivalentes en metros de tubería recta. (Ver tabla No 10)

$L_e$ : Longitud equivalente que depende de los elementos contenidos en la sarta

$$h_{desc} = 10.674(Q_c)^{1.852} \left( \frac{L_l}{\phi * 4.87} \right)$$

### 3.19.7.5 PÉRDIDAS DE LA TUBERÍA

$L$  tubería: Longitud de tubería

### 3.19.8 POTENCIA HIDRÁULICA DE LA BOMBA

$$PB = \frac{Q * CTD}{3960 * e}$$

Donde:

PB: Potencia de la bomba (HP)

$Q$ : CMD (gpm)

CMD: Caudal máximo día

CTD: Carga total dinámica (pie)

e: Eficiencia de la bomba (para efectos del cálculo teórico se estima en un 60%)

### **3.19.9 POTENCIA DEL MOTOR**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 6.5, tiene que considerar por norma emplear un factor de 1.15 para calcular la potencia necesaria del motor en base a la potencia por la bomba, debido a las pérdidas mecánicas.

$$PM = 1.15 * PB$$

Donde:

PM: Potencia del bombeo (HP)

PB: Potencia hidráulica de la bomba (HP)

### **3.20 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO**

Conociendo la altura a vencer por la bomba ( $H_b$ ) y el caudal que debe suministrar la misma ( $Q$ ), se selecciona de entre los equipos de bombeo ofrecidos por catálogo aquel modelo que presente una curva característica que trabaje en un rango de altura y caudal lo más parecido posible a los valores calculados. Del catálogo se obtienen las especificaciones de la bomba seleccionada, que incluye: velocidad de giro ( $n$ ), diámetro del orificio de la bomba ( $d$ ), potencia ( $P$ ) y eficiencia ( $N$ ).

### **3.21 ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE BOMBEO**

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

- Nivel dinámico del agua dentro del pozo.
- Curva característica del equipo de bombeo seleccionado.
- Dimensiones reales del tanque de almacenamiento.
- Tubería PVC, C: 150 y 2" de diámetro.

### **3.22 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

#### **3.22.1 DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción, se aplicará la ecuación exponencial de Hazen- Williams.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

Donde:

H: Pérdida de carga en metros

L: Longitud en metros

S: Pérdida de carga en m

Q: Gasto en  $m^3/s$

D: Diámetro en metros

C: Coeficiente de Hazen-Williams

#### **3.22.2 VELOCIDAD**

Aplicando la ecuación de continuidad:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * \phi^2}$$

Límites establecidos para limitar el efecto del golpe de ariete.

$$0.6 \text{ m/s} < 0.6 \text{ m/s} < 1.5 \text{ m/s}.$$

#### **3.22.3 GOLPE DE ARIETE**

##### **3.22.3.1 CÁLCULO DE CELERIDAD**

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 1 1/2", el espesor del tubo es 3.01 mm y la K para tubos plásticos de acuerdo a la tabla 13.

Aplicando la ecuación de celeridad mediante fórmula de Allievi:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{(48.3 + K * (\frac{D}{E}))}}$$

Donde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

e: Espesor de los tubos (m).

K: Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional).

Tabla No 12. Valores de k para diferentes materiales de tubería

<b>Material de la tubería</b>	<b>K</b>
Acero	0.5
Hierro fundido	1.0
Concreto	5.0
Asfalto-cemento	4.4
Plástico	18.0

Fuente: López R. A, 1999

### 3.22.3.2 CÁLCULO DE TIEMPO DE CIERRE

Para considerar las peores condiciones de funcionamiento los cálculos se realizan para cierre inmediato de la válvula de retención, de esta manera consideramos la sobrepresión máxima.

$$T = \frac{2L}{C}$$

Donde:

L: Longitud hasta el depósito (m).

C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad.

T: Fase o periodo de cierre (s)

### 3.22.3.3 CÁLCULO DE LA SOBREPRESIÓN

$$G.A = \frac{C * T}{g}$$

Dónde:

G.A: Sobrepresión (m).

V: Velocidad media del agua (m/s).

C: Celeridad (m/s).

g: Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

### 3.22.3.4 PRESIÓN ADMISIBLE DE LA TUBERÍA

$$Pt = G.A + CED$$

Tabla No 13. Presión de trabajo

SDR	Presión de trabajo	
	PSI	Kg/cm <sup>2</sup>
64	63	4.4
51	80	5.6
41	100	7.0
32.5	125	8.8
26	160	11.2
21	200	14.0
17	250	17.6
13.5	315	22.1

Fuente: AMANCO. (2008), La nomenclatura de las tuberías y accesorios PVC, Asesoría Técnica.

### **3.23 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE**

#### **3.23.1 ALMACENAMIENTO**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 8.2, la capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Volumen compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias de los consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obra de captación, se estimará igual a 20% del CPD.

La capacidad total del tanque se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

#### **3.23.2 CÁLCULO DE VOLUMEN DEL TANQUE**

Vol. Total = 35% CPD

#### **3.23.3 CÁLCULO DE ALTURA DEL TANQUE RECTANGULAR.**

Largo = Ancho

ALL: Volumen a reservar

#### **3.23.4 ALTURA TOTAL**

Altura Total= ALL +rebose

### **3.24 DESINFECCIÓN**

#### **3.24.1 TRATAMIENTO**

Con el propósito de proveer a los consumidores agua libre de bacterias, virus y amebas, se debe incorporar un sistema de desinfección. Los resultados de los análisis físico-químico, bacteriológico, organoléptico, hierro y arsénico determinaron que no se requiere de ningún tratamiento adicional más que la

desinfección preventiva con cloro para garantizar la pureza del agua y eliminar los coliformes totales.

### **3.24.2 DOSIFICACIÓN**

De conformidad con los métodos y medios empleados por el ENACAL y FISE en sistemas rurales, el sistema de cloración consistirá en desinfección mediante la aplicación de solución de cloro usando una concentración de cloro activo de 1.5 mg/l. En nuestro país las soluciones de cloro se venden en presentación de 12% de concentración, donde indicamos la cantidad de solución de cloro al 12%, que se debe comprar para preparar la solución al 1% por cada año del periodo de diseño del proyecto.

### **3.25 RED DE DISTRIBUCIÓN**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 7.3, la red de distribución en el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser condiciones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM = 2.5CPD$ , más las pérdidas).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

#### **3.25.1 DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.**

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09 001-99, en el inciso 3.3.2, el diámetro de las conexiones y de los grifos será de  $\frac{1}{2}$ " (12 mm). Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada. Se realizará el análisis con la siguiente ecuación:



$$H = \left[ \frac{SeQ_e - SfQ_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right] L$$

En la cual:

H: Pérdidas por fricción en metros

Q<sub>e</sub>: Caudal entrante en el tramo en (gpm)

Q<sub>f</sub>: Caudal salida al final del tramo (gpm)

Se: Pérdidas en el tramo correspondiente

Q<sub>e</sub> en decimales

Sf: Pérdidas en el tramo correspondiente

Q<sub>f</sub> en decimales

L: Longitud del tramo en metros

### **3.25.2 DETERMINACIÓN DE CAUDALES NODALES**

Los caudales nodales para el análisis del modelo hidráulico de la red de distribución fueron calculados a través del método de la longitud unitaria. Se calculó el caudal unitario para determinar el caudal en cada tramo y posteriormente realizar la repartición de caudales.

#### **3.25.2.1 CÁLCULO DEL CAUDAL UNITARIO**

El caudal por unidad de longitud de tubería se determinó a partir de la ecuación, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total efectiva de la red.

$$q = \frac{Q_{mh}}{L_t}$$

#### **3.25.2.2 REPARTICIÓN DE CAUDALES POR EL MÉTODO TRIBUTARIO**

La longitud tributada en un nodo es la suma de las longitudes medias de los tramos adyacentes; los caudales nodales resultaron de la multiplicación del caudal unitario por la longitud tributada del tramo.

$$Q_i = q * L_i$$

Donde:

Qi: Caudal en el tramo de tubería (lps)

q: Caudal unitario por metro lineal de tubería (lps/m)

Li: Longitud tributada del tramo (m)

### **3.26 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando dos condiciones de trabajo:

- Tanque lleno y CMH

Para simular una condición de trabajo exigente, pero con el tanque funcionando a capacidad.

- Tanque lleno y Consumo cero

Simula un sistema sin demanda (horas de la madrugada), cuando se presentan mayores presiones.

Se consideraron:

- Dimensiones reales del tanque de almacenamiento.

- Tuberías de PCV, C: 150 Y 1 1/2" de diámetro.

- El modelo hidráulico consta con 14 nodos de tubería principal.

## **IV. CAPITULO IV: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

El levantamiento fue ejecutado por el método taquimétrico con estación total Leica TPS1200+ Professional Series, con su prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (altimetría, planimetría); trazando la línea de conducción desde donde estará ubicado el tanque de almacenamiento hacia la fuente de captación propuesta según estudio hidrológico, continuando con el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda la infraestructura existente (casas, postes de luz,, cercas, ramales de caminos), señalando BM; para su replanteo en la ejecución del proyecto..

### **4.2 PERIODO DE DISEÑO**

El sistema de abastecimiento de agua potable tiene un periodo de diseño de 20 años de vida útil a como recomienda la institución de INAA, se contempla desde el año 2019 hasta el año 2039, en este tiempo el sistema deberá funcionar en óptimas condiciones, en su durabilidad debe tomarse en cuenta los diferentes elementos, calidad de construcción y debido mantenimiento.

Con estos datos no significa que dentro de 20 años el sistema deje de funcionar, con su debido mantenimiento y buen uso el proyecto debe seguir trabajando teniendo en cuenta que será con un porcentaje de deficiencia.

### **4.3 POBLACION A FUTURO**

Para efecto de calcular la proyección poblacional, se utilizará la población obtenida de la encuesta realizada en la comunidad El Tamarindo, donde se determinó que habitan un total de **192 personas** en 32 viviendas con un promedio de 6 habitantes por vivienda.

### **4.4 RAZÓN DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN**

Para el periodo de censo 2008-2018

Datos:

$P_n = 192$  hab.

Po = 185 hab.

n= 10

%r [2008-2018]=  $0.0074 \times 100 = 0.74 \%$

Debido a que la diferencia de periodos es de 10 años, no se recomienda realizar una proyección de población con esta razón.

Para el periodo 2018-2019

Datos:

Pn= 192 hab.

Po = 188 hab.

n= 1

%r [2018-2019]=  $0.0212 \times 100 = 2.12 \%$

#### **4.5 TASA DE CRECIMIENTO**

De los resultados obtenidos se puede decir que para efectos de diseño en la comunidad de El Tamarindo se usará la tasa de crecimiento mínima del 2.5%, que es la indicada por la norma NTON 09 003-99.

#### **4.6 ESTIMACION DE CONSUMO**

Se consideró una población servida directamente del 100% en todo el período de diseño por conexiones domiciliarias de patio, para lo cual la NTON 09003-99 establece un rango de 50 lppd a 60 lppd, para poblaciones rurales. Consumo destinado para las necesidades de la vivienda ya sea preparación de alimentos, bebida, lavado de ropa, baño etc.

Se aplicará una dotación de 60 l/pd a los 339 habitantes obtenidos por la proyección poblacional de la comunidad para abastecer hasta el final del período de diseño, de tal manera demandará un Consumo Promedio Diario 5.371 gpd, un Consumo Máximo Día de 7 gpm y un Consumo Máxima Hora de 12 gpm.

Tabla No 14. Proyección poblacional y demanda de consumo.

No.	AÑO	POBLACION	CONSUMO PROMEDIO DIARIO CPD		CONSUMO PÚBLICO		PERDIDAS Qf		QPD AC		CAUDAL MAXIMO DIA 1.5CPD		CAUDAL MAXIMO HORA 2.5CPD	
			GPD	LPS	GPD	LPS	GPD	LPS	GPD	LPS	GPM	LPS	GPM	LPS
0	2019	207												
1	2020	212	3360	0.15	235.17	0.010	671.91	0.03	4267	0.19	4	0.28	7	0.47
2	2021	217	3444	0.15	241.05	0.011	688.71	0.03	4373	0.19	5	0.29	8	0.48
3	2022	223	3530	0.15	247.07	0.011	705.93	0.03	4483	0.20	5	0.29	8	0.49
4	2023	228	3618	0.16	253.25	0.011	723.58	0.03	4595	0.20	5	0.30	8	0.50
5	2024	234	3708	0.16	259.58	0.011	741.66	0.03	4710	0.21	5	0.31	8	0.52
6	2025	240	3801	0.17	266.07	0.012	760.21	0.03	4827	0.21	5	0.32	8	0.53
7	2026	246	3896	0.17	272.72	0.012	779.21	0.03	4948	0.22	5	0.33	9	0.54
8	2027	252	3993	0.17	279.54	0.012	798.69	0.03	5072	0.22	5	0.33	9	0.56
9	2028	258	4093	0.18	286.53	0.013	818.66	0.04	5198	0.23	5	0.34	9	0.57
10	2029	265	4196	0.18	293.69	0.013	839.13	0.04	5328	0.23	6	0.35	9	0.58
11	2030	271	4301	0.19	301.04	0.013	860.10	0.04	5462	0.24	6	0.36	9	0.60
12	2031	278	4408	0.19	308.56	0.014	881.61	0.04	5598	0.25	6	0.37	10	0.61
13	2032	285	4518	0.20	316.28	0.014	903.65	0.04	5738	0.25	6	0.38	10	0.63
14	2033	292	4631	0.20	324.18	0.014	926.24	0.04	5882	0.26	6	0.39	10	0.64
15	2034	299	4747	0.21	332.29	0.015	949.39	0.04	6029	0.26	6	0.40	10	0.66
16	2035	307	4866	0.21	340.59	0.015	973.13	0.04	6179	0.27	6	0.41	11	0.68
17	2036	315	4987	0.22	349.11	0.015	997.46	0.04	6334	0.28	7	0.42	11	0.69
18	2037	322	5112	0.22	357.84	0.016	1022.39	0.04	6492	0.28	7	0.43	11	0.71
19	2038	331	5240	0.23	366.78	0.016	1047.95	0.05	6654	0.29	7	0.44	12	0.73
20	2039	339	5371	0.24	375.95	0.016	1074.15	0.05	6821	0.30	7	0.45	12	0.75

Fuente: elaboración propia

#### 4.7 COBERTURA DE TUBERÍA

La red se encuentra en zonas donde el tráfico vehicular es mínimo, aunque existe un camino que atraviesa la comunidad es poco el tránsito de vehículos, previendo cualquier riesgo de ruptura en la tubería se propone una cobertura de 1.20 m sobre la corona de la tubería como lo establece la norma.

#### 4.8 ESTUDIO HIDROLÓGICO

##### 4.8.1 GEOLOGIA LOCAL

Existen pocos datos disponibles del área del proyecto, si bien la zona está cubierta por los mapas y el informe “Estudios hidrogeológicos e hidroquímicos de la región del central de Nicaragua” (Krasny & Hecht, 1998, publicado por INETER), estos

muestran muy poca información para el área en cuestión. Las principales unidades geológicas se muestran sobrepuestas en el siguiente mapa:

Figura No 3. Litología subyacente del area de la comunidad



Fuente: C. Ginet, G. Carranza 1987. Estudios hidrogeológicos e hidroquímicos de la región del central de Nicaragua (INETER). Managua, Nicaragua.

La geología Predominante dentro del municipio de Somoto, se observan dos formaciones una Cuaternario Aluvial (Qal), y la formación Terciaria Matagalpa y Totogalpa (Tomm y Tot), son las que se encuentran dentro del área de estudio y estas se describen a continuación:

#### **Cuaternario Aluvial (Qal)**

Material compuesto por depósitos de las depresiones y arrastres de los sedimentos, producto del arrastre de las rocas aledañas al pequeño valle, y este se compone de bolones, arcilla limos y arenas, el espesor es poco considerable, el color de este tipo de material es muy particular ya que se presenta de color rojizo.

#### **Formación Terciaria Oligocénico Medio Matagalpa (Tomm)**

Estas se presentan bastantes diaclasas meteorizadas en toda el área que circunda a la comunidad El Tamarindo y El Fraile, a la vez se encuentran figuras

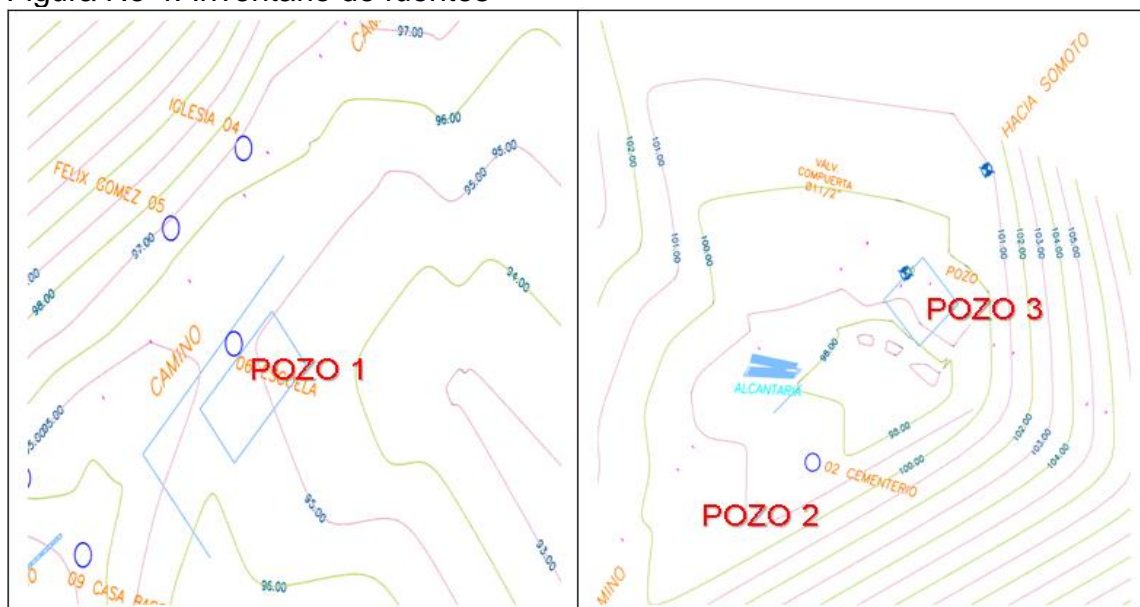
de forma prismáticas (Primordialmente los basaltos) y en algunos casos formando figuras de láminas o prismáticas, está esta formación está compuesta por andesitas, basaltos, dacitas e ignimbritas, y se encuentran localizada en todo el alrededor de Cuaternario.

### **Formación Terciaria Oligocénico Inferior Totogalpa (Tot)**

Estas se presentan como aglomeradas con areniscas roja, cristales de cuarzo y abundante arcilla, producto de la meteorización de las rocas metamórficas que se puede manifestar como esquicitos siendo una de las formaciones más antiguas de Nicaragua, con más de 50 años.

## **4.8.2 FUENTES DE AGUA DISPONIBLES**

Figura No 4. Inventario de fuentes



Fuente: Elaboración propia.

El municipio de Somoto, Madriz así como la comunidad El Tamarindo también presenta un bajo potencial hidrológico, el que se evidencia al observar la poca cantidad de recursos hídricos con los que cuenta y el poco rendimiento que estos experimentan en todo el año. Para efectos de la selección de la fuente de agua con mayor potencial de explotación, se realizó un estudio de los tres pozos perforados con los que cuenta la comunidad, para analizar las ventajas y desventajas que estos pudieran presentar.

Tabla No 15. Producción, profundidad y nivel estático de los pozos

	<b>Coordenadas UTM</b>	<b>Producción verano</b>		<b>Profundidad</b>	<b>Nivel estático</b>
<b>Pozos</b>	<b>El Tamarindo</b>	<b>gpm</b>	<b>l/seg</b>	<b>metros</b>	<b>metros</b>
Pozo 1	530974,1495450	5	0.32	45.72	11.56
Pozo 2	530985,1495485	9	0.57	64.008	19.86
<b>Pozo 3</b>	<b>531036,1495536</b>	<b>15</b>	<b>0.95</b>	<b>64.008</b>	<b>13.32</b>

Fuente: Alcaldía municipal de Somoto

La fuente seleccionada para ser explotada por el proyecto fue el Pozo n°3, debido a los siguientes argumentos:

- Se localiza en lugar céntrico de la comunidad, por lo que la accesibilidad para las labores de operación y mantenimiento de un futuro sistema se facilitarían.
- Se encuentra lo suficientemente cerca de las zonas más altas de la comunidad, lo que reduce el costo de la línea de conducción.
- El rendimiento es lo suficientemente bueno para servir a toda la población.
- Es el pozo más reciente, lo que evita especulación con relación a su vida útil.
- No presenta focos de contaminación visibles, las letrinas más cercanas se encuentran a una distancia de más de 30 m.
- Es el único pozo de la comunidad del que se encontró registro de análisis realizados para valorar la calidad de sus aguas.

#### 4.9 FUENTE DE ABASTECIMIENTO PROPUESTA

La fuente de abastecimiento solicitada para el abastecimiento de agua potable para los habitantes de la comunidad, es mediante la captación de aguas subterráneas utilizando el pozo perforado, para la construcción de un MABE, tipo pozo, Línea de conducción, tanque de almacenamiento, Red de distribución y tomas domiciliarias de patio, la configuración del sistema será fuente–tanque–red, según los datos de población, la demanda y los aspectos técnicos, sociales y económico.

El pozo estará ubicado en las coordenadas 12° 05' 25.3" Latitud Norte y 85° 15' 55.4" Longitud oeste con una elevación de 765.552 msnm dentro de la propiedad



del señor José Santelis cuenta con acceso a energía eléctrica cumpliendo así con criterios principales para la selección del sitio de perforación.

La profundidad del nivel estático del agua en la comunidad El Tamarindo está a 13.32 metros de profundidad de la superficie del terreno, de igual manera el flujo de agua subterránea y gradiente hidráulico se orienta de las partes altas hacia las más bajas.

El caudal requerido para fin de diseño de este proyecto es de 7 GPM que es la demanda máximo día para el año 2039. El caudal de aforo realizado por la prueba de bombeo es de 15 GPM, estipulando que es idóneo de satisfacer la demanda de consumo máximo día proyectado.

#### **4.10 OBRA DE CAPTACION**

La obra de captación propuesta es un pozo perforado de 8" de diámetro en formaciones compactas, revestimiento con tubería PVC de 6", con una profundidad nominal de 210 pies, con su respectivo sello sanitario, el cual se equipará con bomba sumergible vertical, sarta.

Además, se realizarán los análisis de agua para establecer los parámetros de la prueba físico química, bacteriológica y de materiales pesados, asegurando que el agua es apta para el consumo humano.

#### **4.11 RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO EN CALIDAD DEL AGUA**

Tabla N° 16 Resultado parámetro bacteriológico

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Coliformes fecales	ucf/100 m	0.00	NEGATIVO

Fuente: Prueba en lab. Análisis Bacteriológico.

Tabla N° 17. Resultados de Parámetros Organolépticos

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Color verdadero	mg/l-1 Pt-Co	0.00	15 mg/l-1 Pt-Co
Turbidez	UNT	0.41	5,00UNT

Fuente: Prueba en lab. Análisis Físico-Químico.

Tabla N°18. Resultados de Parámetros Físicos- Químicos

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Cloruros	mg/l <sup>-1</sup>	28.00	250.00 mg/l <sup>-1</sup>
Conductividad	Us/cm	7.66	400.00
Dureza	mg/l <sup>-1</sup>	165.24	N.E
Sulfatos	mg/l <sup>-1</sup>	13.45	250.00 mg/l <sup>-1</sup>
Calcio	mg/l <sup>-1</sup>	66.23	100.00 mg/l <sup>-1</sup>
Sodio	mg/l <sup>-1</sup>	10.20	200.00 mg/l <sup>-1</sup>
Potasio	mg/l <sup>-1</sup>	1.35	10.00 mg/l <sup>-1</sup>
Sol. Tot. Disueltos	mg/l <sup>-1</sup>	330.00	1000.00 mg/l <sup>-1</sup>

Fuente: Prueba en lab. Análisis Físico-Químico.

Tabla N°19. Resultados de Parámetros para sustancias no deseadas

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Nitratos	mg/l <sup>-1</sup>	7.58	50.00 mg/l <sup>-1</sup>
Nitritos	mg/l <sup>-1</sup>	0.103	0.1 o 3.00 mg/l <sup>-1</sup>
Amonio	mg/l <sup>-1</sup>	-	0.5 mg/l <sup>-1</sup>
Hierro	mg/l <sup>-1</sup>	0.032	0.30 mg/l <sup>-1</sup>
Fluoruro	mg/l <sup>-1</sup>	0.360	0.70 mg/l <sup>-1</sup>

Fuente: Prueba en lab. Análisis Físico-Químico

Tabla N°20. Resultados de Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Arsénico	mg/l <sup>-1</sup>	<0.001	0.01 mg/l <sup>-1</sup>

Fuente: Prueba en lab. Análisis Físico-Químico

Los resultados del análisis, indica que en cuanto a los parámetros Físico Químicos y Bacteriológico las aguas de esta fuente son aptas para consumo humano, con respecto a los análisis realizados cumple con la norma CAPRE.

Sin embargo como medida preventiva se realizara el tratamiento con cloración en solución.

Según la norma para la clasificación de los recursos hídricos, con el objetivo de determinar la capacidad y condiciones del aprovechamiento de los recursos hídricos, los niveles y calidad tolerables para cada cuerpo de agua, se consideraron dos como son la norma CAPRE y la NTON 05-00798, después de hacer un análisis de las dos normas, estas establecen que con esta calidad de agua **únicamente se deberá adicionar de cloro como desinfectante**, para su abastecimiento.

#### 4.12 ESTACION DE BOMBEO

La estación de bombeo estará compuesta por un pozo perforado con profundidad nominal de 210 pies, caseta de bombeo con área de construcción de 8 m<sup>2</sup> de mampostería reforzada con elevación de 765.552 msnm. En la caseta estarán instalados los controladores eléctricos y el sistema de cloración; el diámetro de la sarta no será mayor de 2" definida por el caudal de descarga y se ajusta al diámetro del medidor de agua. Este componente será protegida por un cerco perimetral de alambre tejido o malla ciclón.

#### 4.13 DISEÑO HIDRAULICO DEL EQUIPO DE BOMBEO

El pozo será equipado con un equipo de bombeo de 1.0 HP de marca GRUNDFOS con motor eléctrico sumergible para impulsar el agua desde el pozo hacia el tanque de almacenamiento ubicado en una elevación de 813.024 msnm en la comunidad El Tamarindo. El equipo será diseñado para los 20 años del caudal de diseño, será reemplazado cumplido el primer periodo de 10 años. Con una línea de conducción de 183.70 m

Tabla N° 21. Diseño hidráulico del equipo de bombeo

Nivel estático del agua (NEA)	63.42 ft
Sumergencia	10 ft
Tubería de conducción de PVC (C)	150
Q Diseño	0.45 lps
Horas de bombeo	16 hrs
Nivel de bombeo	235.79 ft

Fuente: Elaboración propia

#### 4.14 DIÁMETRO MÁS ECONÓMICO

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

$$D = 0.9(0.00045)^{0.45}$$

$$D = 0.028 \text{ m} = 1.1023 \text{ plg} \approx 1.5 \text{ plg}$$

#### 4.15 NIVEL DE BOMBEO

$$NB = 99.52 \text{ m} - \left( \frac{63.42 \text{ ft} + 6.56 \text{ ft} + 10.72 \text{ ft} + 10 \text{ ft}}{3.28 \text{ ft}} \right)$$

$$NB = 71.87 \text{ m}$$

#### 4.16 CARGA ESTÁTICA DE LA DESCARGA

$$CED = 149 \text{ m} - 99.52 \text{ m}$$

$$CED = 49.48 \text{ m}$$

#### 4.17 PÉRDIDAS EN LA COLUMNA DENTRO DEL POZO

$$LC = 99.52 \text{ m} - 71.87 \text{ m}$$

$$LC = 27.65 \text{ m}$$

$$Hf_{\text{columna}} = 27.65 \text{ m} * 0.05$$

$$Hf = 1.38 \text{ m}$$

#### 4.18 PÉRDIDAS DE LA DESCARGA

Tabla N° 22. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Total (m)
Válvula de aire	1	2	2
Medidor maestro de 1 ½"	1	10	10
Válvula check	1	17	17
Tee paso H.G extremo con rosca	1	0.9	0.9
Válvula de alivio	1	3.2	3.2
Válvula de pase	1	4.8	4.8
Niple	1	0.2	0.2
Válvula de pase	1	0.3	0.3
C-45° Radio Corto	2	0.6	1.2
Le total=			39.6 m

Fuente: Elaboración propia

$$Hf = 10.549 \left( \frac{7}{150} \right)^{1.852} \left( \frac{39.6}{1.5^{4.87}} \right)$$

$$Hf = 0.20 \text{ m}$$

#### 4.19 PÉRDIDAS DE LA TUBERÍA

$$Hf = 10.674 \left( \frac{7}{150} \right)^{1.852} \left( \frac{183.7}{1.5^{4.87}} \right)$$

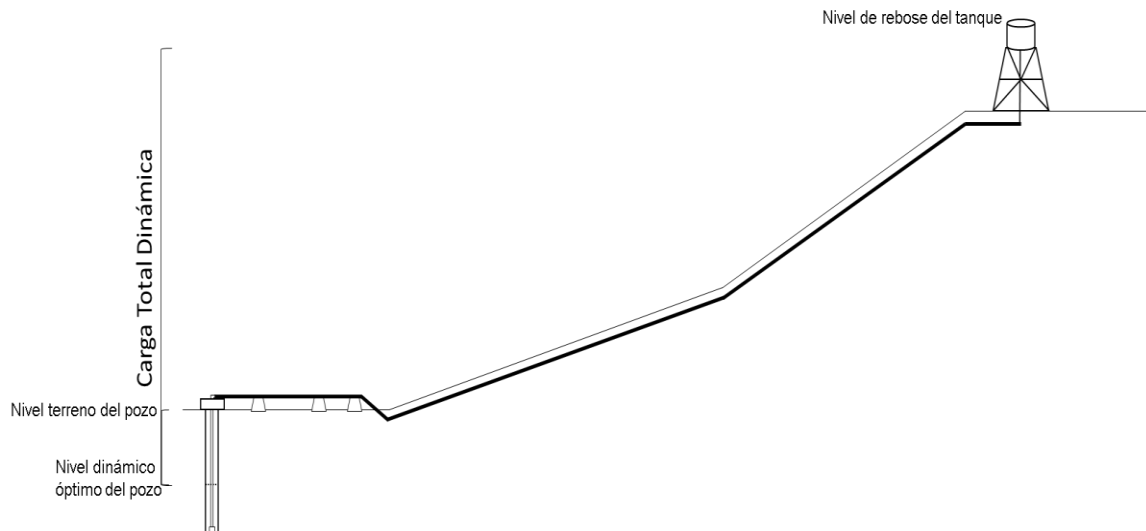
$$Hf = 0.94 \text{ m}$$

#### 4.20 CARGA TOTAL DINÁMICA

$$CTD = 27.65 \text{ m} + 49.48 \text{ m} + 1.38 \text{ m} + 0.20 \text{ m} + 0.06 \text{ m} + 0.94 \text{ m}$$

$$CTD = 79.72 \text{ m}$$

Figura N° 5 Carga total dinámica



Fuente: Elaboración propia

#### 4.21 POTENCIA HIDRÁULICA DE LA BOMBA

$$P_b = \left( \frac{(7 \text{ gpm})(79.72 \text{ m} * 3.28 \text{ ft})}{(3960)(0.6)} \right)$$

$$P_b = 0.77 \text{ HP}$$

#### 4.22 POTENCIA DEL MOTOR

$$P_m = 1.15 * 0.77$$

$$P_m = 0.89 \text{ HP}$$

Potencia de motor comercial = 1 HP

#### 4.23 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

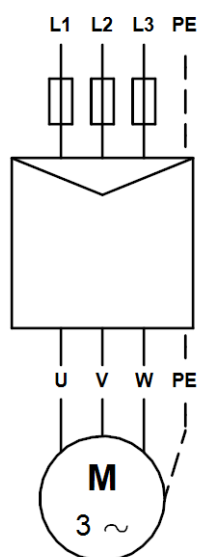
$$Q = 0.45 \text{ lps o } 7 \text{ GPM}$$

$$HB = 79.72 \text{ m o } 261.54 \text{ ft}$$

#### 4.23.1 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE BOMBEO

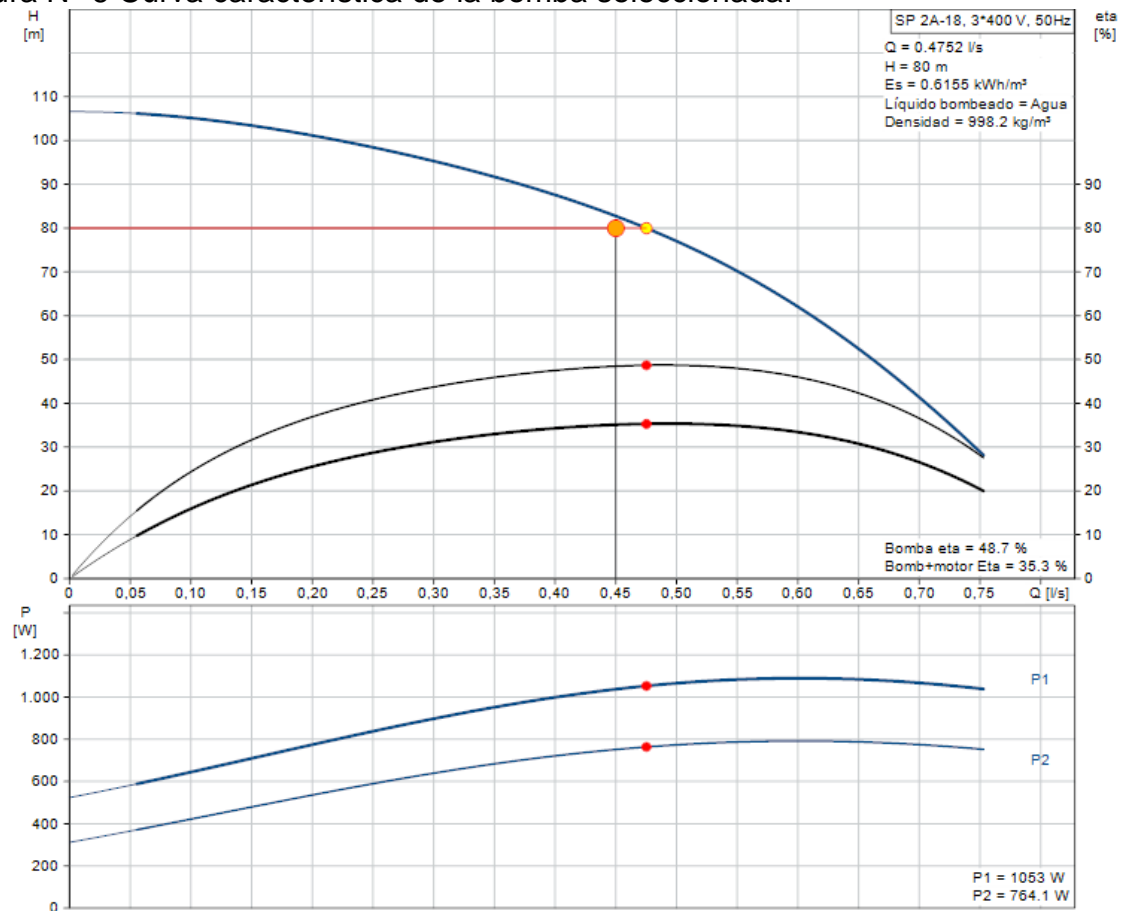
Bomba de agotamiento sumergible de 1 HP, apta para el bombeo de agua limpia. Se puede instalar en vertical u horizontal. Todos los componentes de acero están fabricados en acero inoxidable (EN 1.4301; AISI 304) para garantizar la máxima resistencia a la corrosión. Esta bomba está homologada para el bombeo de agua caliente. La bomba está equipada con un motor MS402 de 0.75 kW con protección contra arena, junta de labios, cojinetes de deslizamiento lubricados con agua y una membrana de compensación de volumen. El motor, sumergible y de tipo encamisado, ofrece una buena estabilidad mecánica y una elevada eficiencia. Apto para temperaturas de hasta 40 °C. El motor no está equipado con sensor de temperatura. Si es preciso monitorizar la temperatura, puede equiparse con un sensor Pt1000. El motor está diseñado para el arranque directo en línea (DOL).

Figura N° 5 Esquema eléctrico de motor.



Fuente: Especificaciones de equipo de bombeo.

Figura N° 6 Curva característica de la bomba seleccionada.

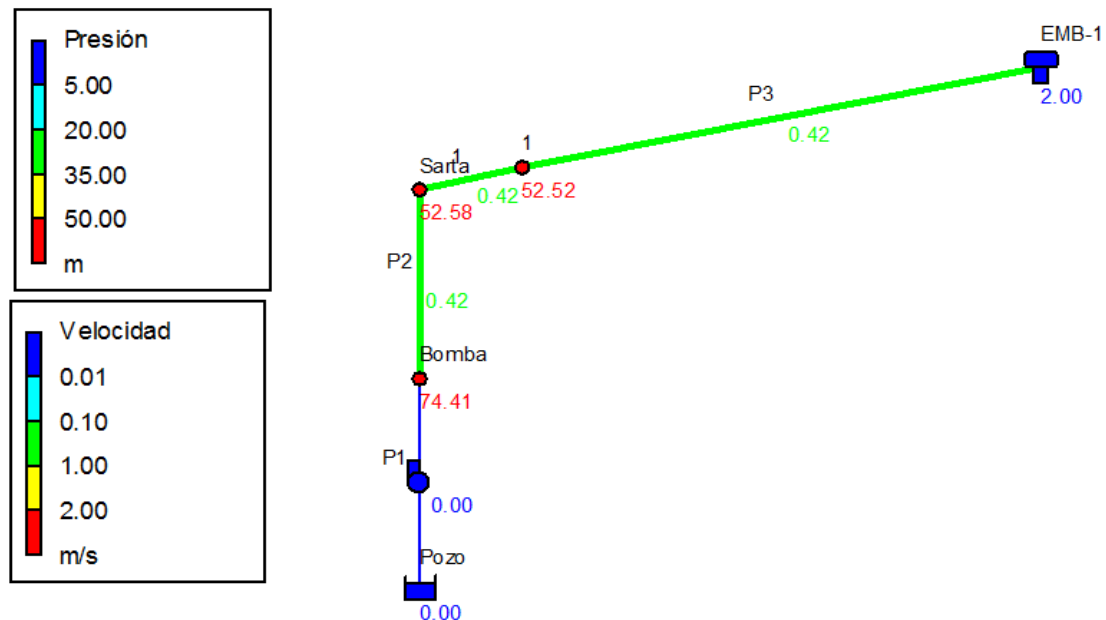


Fuente: Especificaciones de equipo de bombeo.



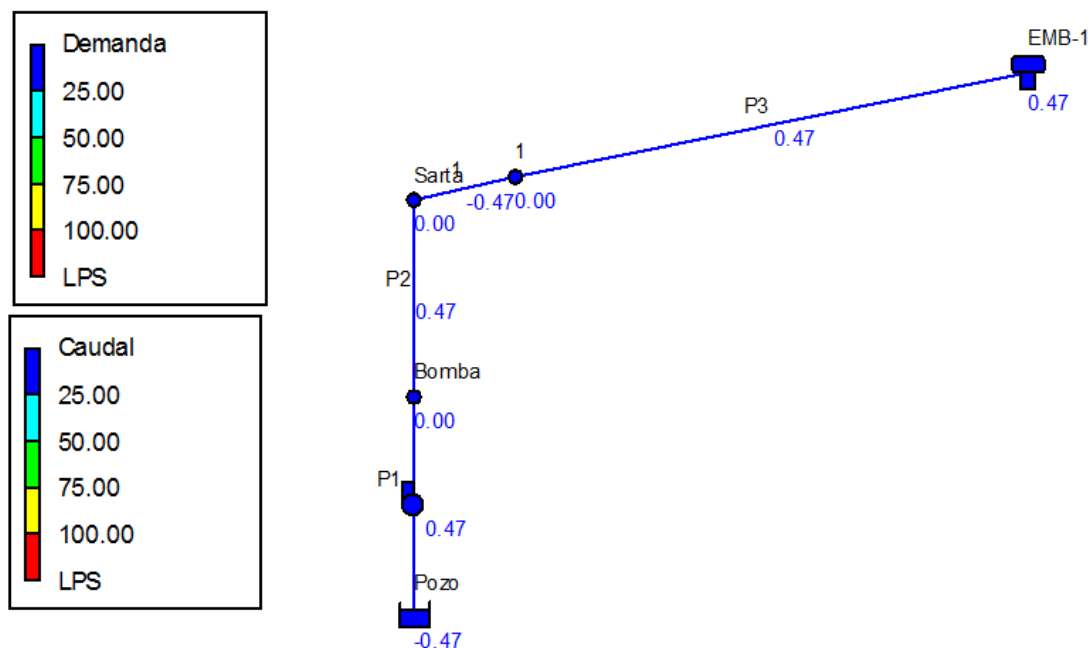
#### 4.24 ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE BOMBEO

Figura N° 7. Análisis hidráulico del equipo de bombeo (presión)



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 8. Análisis hidráulico del equipo de bombeo (Caudal)



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23 Resultados del análisis de Pozo-Bomba -Tanque

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Embalse Pozo	71.92	-0.47	71.92	0.00
Conexión Bomba	77.92	0.00	152.26	74.34
Conexión 1	99.52	0.00	152.05	52.53
Conexión Sarta	99.52	0.00	152.10	52.58
Depósito EMB-1	149	0.47	151.00	2.00

Fuente: Simulación Epanet 2.0

Tabla N° 24 Resultados del análisis de Red-Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS
Tubería P2	27.65	38	150	0.47
Tubería P3	183.69	38	150	0.47
Tubería 1	6	38	120	-0.47
Bomba P1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.47

Fuente: Simulación Epanet 2.0

#### 4.25 DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

$$QMD = \frac{0.45 \text{ lps} * 1.5}{1000}$$

$$QMD = 0.00067 \frac{m^3}{s}$$

$$D = (0.9)(0.00067)^{0.45}$$

$$D = 0.0336 \text{ m} = 1.3228 \text{ plg} \approx \mathbf{1.5 \text{ plg}}$$

#### 4.26 VELOCIDAD

Aplicando ecuación de continuidad:

$$V = \frac{4 * 0.00067 \text{ m}^3/s}{\pi(0.0336 \text{ m})^2}$$

$$V = \mathbf{0.7570 \text{ m/s}}$$

Límites establecidos por la norma para limitar el efecto del golpe de ariete.

0.6 m/s < 0.7570 m/s < 1.5 m/s.  $\Longrightarrow$  Si cumple

#### **4.27 GOLPE DE ARIETE**

##### **4.27.1 CÁLCULO DE CELERIDAD**

$$C = \frac{9900}{\sqrt{(48.3 + 18(\frac{0.0381}{0.00301})}}$$

$$C = 341.74 \text{ m/s}$$

##### **4.27.2 CÁLCULO DE TIEMPO DE CIERRE**

$$T = \left( \frac{(2)(183.7 \text{ m})}{(341.74 \frac{\text{m}}{\text{s}})} \right)$$

$$T = 1.075 \text{ s}$$

##### **4.27.3 CÁLCULO DE LA SOBREPRESIÓN**

$$G.A = \frac{(341.74 \frac{\text{m}}{\text{s}})(1.075 \text{ s})}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$G.A = 37.44 \text{ m/s}$$

##### **4.27.4 PRESIÓN ADMISIBLE DE LA TUBERÍA**

$$Pt = (37.44 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 49.48 \text{ m})$$

$$Pt = 86.92 \text{ m. c. a} = 123.44 \text{ psi}$$

Considerando una línea de conducción de tubo PVC de 1 1/2" SDR-26, con una presión de trabajo de 160 psi.

#### **4.28 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE**

El tanque diseñado es apoyado sobre suelo, de losas de concreto reforzado y paredes de concreto ciclópeo.

#### 4.28.1 CÁLCULO DE VOLUMEN DEL TANQUE

Capacidad del tanque = (35%) (CPD)  
= (35%) (20.736 m<sup>3</sup>/ día)

**Vol. Total = 7.25 m<sup>3</sup>**

#### 4.28.2 CÁLCULO DE ALTURA DEL TANQUE RECTANGULAR

Largo = Ancho

Largo = Ancho = **2.024 m**

ALL = 1.867 m

Rebose = 0.30 m

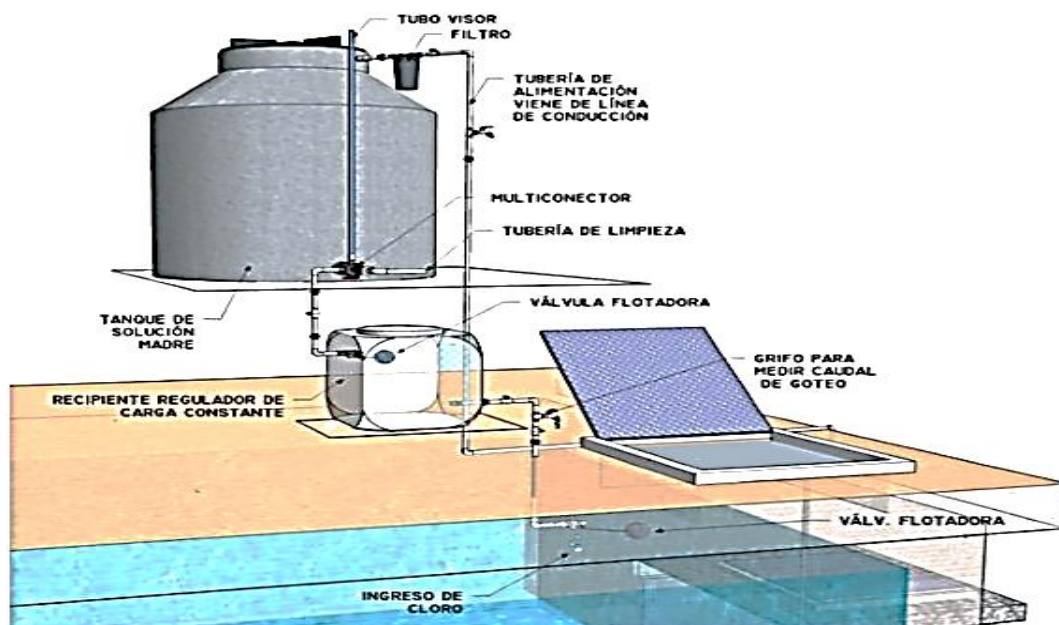
Altura total

Altura Total = 2.024 + 0.30 m = **2.324 m**

#### 4.29 DESINFECCIÓN

Se requiere la aplicación únicamente de cloro como medida profiláctica. Por lo que se requerirá de un proceso de desinfección mediante el uso de hipoclorito de calcio. La solución de cloro se aplicará a través de un hipoclorador de carga constante.

Figura N° 7 Hipoclorador de carga constante



Fuente: Manual de instalación, operación y mantenimiento de hipoclorador, CARE-SABA+

Esta tecnología es recomendada para este tipo de sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad con y sin planta de tratamiento, permitiendo el suministro constante de pequeñas dosis de solución clorada a caudales de agua que ingresan al reservorio (tanque de almacenamiento).

#### 4.29.1 PARTES DEL HIPOCLORADOR DE CARGA CONSTANTE.

- **Tanque de polietileno para la solución madre:** ubicado en la parte superior de una estructura metálica que está apoyada sobre el tanque de almacenamiento, este recipiente con solución madre tiene un multiconector (contiene 3 salidas), la salida de la parte superior es para el tubo transparente (visor) que muestra el nivel de solución madre, la salida directa es para limpieza del tanque y la salida lateral para ensamblar un niple y demás conexiones hacia el recipiente regulador de carga constante.
- **Recipiente regulador de carga constante:** Estará colocado en el nivel inferior del tanque de solución madre; lleva en su interior una válvula flotadora, acondicionada para mantener constantes la altura de líquido y el caudal de goteo.
- **Conexiones de salida y dosificación de cloro al tanque de almacenamiento:** Estará conformada por tubos y accesorios de PVC que permiten realizar la medición y regulación del goteo, y la posterior conducción de la solución clorada hacia el tanque de almacenamiento.

#### 4.29.2 LISTA DE MATERIALES DEL HIPOCLORADOR DE CARGA CONSTANTE.

Tabla N° 25. Materiales de construcción de hipoclorador

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Recipiente (balde de 60 L)	Und	1
Tanque de 600 L con accesorios (multiconectores, válvula flotadora, visor)	Und	1
<b>INGRESO DE AGUA AL TANQUE DE SOLUCIÓN MADRE</b>		
Adaptador PVC Ø 1/2" (incluir dos unidades adicionales)	Und	8

<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>INGRESO DE AGUA AL TANQUE DE SOLUCIÓN MADRE</b>		
Codo PVC Ø 1/2" x 90° (incluye dos unidades adicionales)	Und	6
Grifo PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	1
Niple PVC Ø 3/4" x 2" roscado	Und	1
Reducción PVC Ø 3/4" a 1/2"	Und	1
Tee PVC Ø 1/2"	Und	1
Tubo PVC Ø 1/2" x 5.00 m	Und	4
Unión universal PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	2
Válvula esférica PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	2
<b>SALIDA DEL TANQUE DE SOLUCION MADRE AL RECIPIENTE DOSIFICADOR</b>		
Accesorio multiconector (incluido como accesorio del tanque)	Und	1
Adaptador UPR PVC Ø 1/2"	Und	1
Codo PVC Ø 1/2" x 90° (incluye dos unidades adicionales)	Und	2
Niple PVC Ø 1/2" x 1.5" roscado	Und	6
Tubo visor (incluido como accesorio del tanque)	Und	1
Unión universal PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	2
Válvula de llenado PVC Ø 1/2" c/boya flotadora	Und	2
Válvula esférica PVC Ø 1/2"	Und	1
<b>SALIDA DEL RECIPIENTE DOSIFICADOR AL RESERVORIO</b>		
Adaptador UPR PVC Ø 1/2" con empaquetadura de jebe	Und	1
Codo PVC Ø 1/2" x 90° c/rosca	Und	2
Grifo PVC Ø 1/2"	Und	1
Niple PVC Ø 1/2" x 1.5" c/rosca	Und	10
Reducción PVC Ø 3/4" a 1/2"	Und	1
Tee PVC Ø 1/2"	Und	1
Tubo PVC Ø 1/2" x 5.00 m	Und	1
Unión universal PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	2

<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>SALIDA DEL RECIPIENTE DOSIFICADOR AL RESERVORIO</b>		
Válvula de llenado PVC Ø 1/2" c/boya flotadora	Und	1
Válvula de llenado PVC Ø 1/2" c/boya flotadora	Und	2
<b>SALIDA PARA LIMPIEZA DEL TANQUE DE SOLUCION MADRE</b>		
Adaptador UPR PVC Ø 1/2"	Und	1
Codo PVC Ø 1/2" x 90° c/rosca	Und	2
Niple PVC Ø 1/2" x 1.5" c/rosca	Und	3
Tubo PVC Ø 1/2" x 5.00 m	Und	2
Unión universal PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	1
Válvula esférica PVC Ø 1/2"	Und	1
<b>CONTROL DE NIVEL ESTÁTICO</b>		
Codo PVC Ø 2" x 90°	Und	1
Codo PVC Ø 3/4" x 90° (verificar Ø tub. Ingreso)	Und	3
Cono de rebose PVC Ø 4" x 2"	Und	1
Tee PVC Ø 3/4" (verificar Ø tub. Ingreso)	Und	1
Tubo PVC Ø 2" x 3.00 m (rebose)	Und	3
Tubo PVC Ø 3/4" x 5.00 m (según Ø tub. Existente de ingreso)	Und	3

Fuente: Manual de instalación, operación y mantenimiento de hipoclorador, CARE-SABA+

Los detalles constructivos de instalación del hipoclorador de carga constante se pueden observar a detalle en los anexos.

### 4.30 DOSIFICACIÓN

Tabla N° 26. Dosificación

A	Población Proyectada Pn	CMD lps	Dosis Diaria ml/min	Volum en Soluci ón 1%	Tiempo de vaciado (días) de un bidón de 100 lts	Cantid ades vaciad as bidón de 100 lts	Cantidad de solución 1% x mes (lts)	Cantidad de hipoclorit o al 12% x mes (lts)	Cantidad de hipoclori to al 12 % por año (lts)
1	212.18	0.28	2.55	3.68	27	1.10	110.34	9.195	110
2	217.48	0.29	2.62	3.77	27	1.13	113.09	9.424	113
3	222.92	0.30	2.68	3.86	26	1.16	115.92	9.660	116
4	228.49	0.31	2.75	3.96	25	1.19	118.82	9.902	119
5	234.20	0.31	2.82	4.06	25	1.22	121.79	10.149	122
6	240.06	0.32	2.89	4.16	24	1.25	124.83	10.403	125
7	246.06	0.33	2.96	4.27	23	1.28	127.96	10.663	128
8	252.21	0.34	3.04	4.37	23	1.31	131.15	10.929	131
9	258.51	0.35	3.11	4.48	22	1.34	134.43	11.203	134
10	264.98	0.35	3.19	4.59	22	1.38	137.79	11.483	138
11	271.60	0.36	3.27	4.71	21	1.41	141.24	11.770	141
12	278.39	0.37	3.35	4.83	21	1.45	144.77	12.064	145
13	285.35	0.38	3.43	4.95	20	1.48	148.39	12.366	148
14	292.49	0.39	3.52	5.07	20	1.52	152.10	12.675	152
15	299.80	0.40	3.61	5.20	19	1.56	155.90	12.992	156
16	307.29	0.41	3.70	5.33	19	1.60	159.80	13.317	160
17	314.97	0.42	3.79	5.46	18	1.64	163.79	13.649	164
18	322.85	0.43	3.89	5.60	18	1.68	167.89	13.991	168
19	330.92	0.44	3.98	5.74	17	1.72	172.09	14.340	172
20	339.19	0.45	4.08	5.88	17	1.76	176.39	14.699	176

Fuente: Elaboración propia.

### 4.31 RED DE DISTRIBUCIÓN

#### 4.31.1 DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

$Q = \text{CMH}$

$Q = 0.00076 \text{ m}^3/\text{s}$

$D = 0.0355 \text{ m} = 1.3976 \text{ plg} \approx \mathbf{1.5 \text{ plg}}$

El diámetro de la tubería de distribución en la línea principal será de 1 ½ plg y en ramales será de 1 plg porque la demanda es poca y las velocidades son muy bajas.



#### 4.32.2 DETERMINACIÓN DE CAUDALES NODALES

##### 4.32.2.1 CALCULO DEL CAUDAL UNITARIO

Tabla N° 27. Tramos de tubería

<b>Nodos</b>	<b>Longitud Real</b>
tanq-n2	275.82 m
n2-n3	308.26 m
n2-n4	247.18 m
n4-n5	349.31 m
n4-n6	56.93 m
n6-n7	78.43 m
n6-n8	79.22 m
n8-n9	68.56 m
n8-n10	448.09 m
n10-n11	27.51 m
n10-n12	202 m
n12-n13	87.5 m
n12-n14	90.25 m
	<b>2319.06 m</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Qmh= 1.61 lps

LT= 2181.15 m

$$q = 0.0003221 \frac{lps}{m}$$

#### 4.32.2.2 REPARTICIÓN DE CAUDALES POR EL MÉTODO TRIBUTARIO

Tabla N° 28. Caudales nodales

<b>Nodo</b>	<b>Caudal Unitario</b>	<b>Longitud Tributada</b>	<b>Q Nodo</b>
n2	0.00032	415.63 m	0.133
n3	0.00032	154.13 m	0.049
n4	0.00032	326.71 m	0.105
n5	0.00032	174.66 m	0.056
n6	0.00032	107.29 m	0.034
n7	0.00032	39.22 m	0.013
n8	0.00032	297.94 m	0.095
n9	0.00032	34.28 m	0.011
n10	0.00032	338.80 m	0.108
n11	0.00032	13.76 m	0.004
n12	0.00032	189.88 m	0.061
n13	0.00032	43.75 m	0.014
n14	0.00032	45.13 m	0.014
		<b>2181.15 m</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 4.33 RESULTADOS ANALISIS DE LA RED EN EPANET 2.0

#### 4.33.1 ANÁLISIS EN NODOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN SIN CONSUMO

Tabla N° 29. Análisis de tubería en red de distribución sin consumo

	<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Rugosidad</b>	<b>Caudal</b>	<b>Velocidad</b>
<b>ID Línea</b>	<b>m</b>	<b>mm</b>	<b>C</b>	<b>LPS</b>	<b>m/s</b>
Tubería T2	275.82	38	150	0.00	0.00
Tubería T3	308.26	25	150	0.00	0.00
Tubería T4	247.18	38	150	0.00	0.00
Tubería T5	349.31	25	150	0.00	0.00
Tubería T6	56.93	38	150	0.00	0.00
<b>Tubería T7</b>	<b>78.43</b>	<b>25</b>	<b>150</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	C	LPS	m/s
Tubería T8	79.22	38	150	0.00	0.00
Tubería T9	68.56	25	150	0.00	0.00
Tubería T10	448.09	38	150	0.00	0.00
Tubería T11	27.51	25	150	0.00	0.00
Tubería T12	202	25	150	0.00	0.00
Tubería T13	94	25	150	0.00	0.00
Tubería T14	90.25	25	150	0.00	0.00
Válvula 3	No Disponible	38	No Disponible	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia, simulación Epanet

#### 4.33.2 PRESIÓN EN LOS NODOS SIN CONSUMO

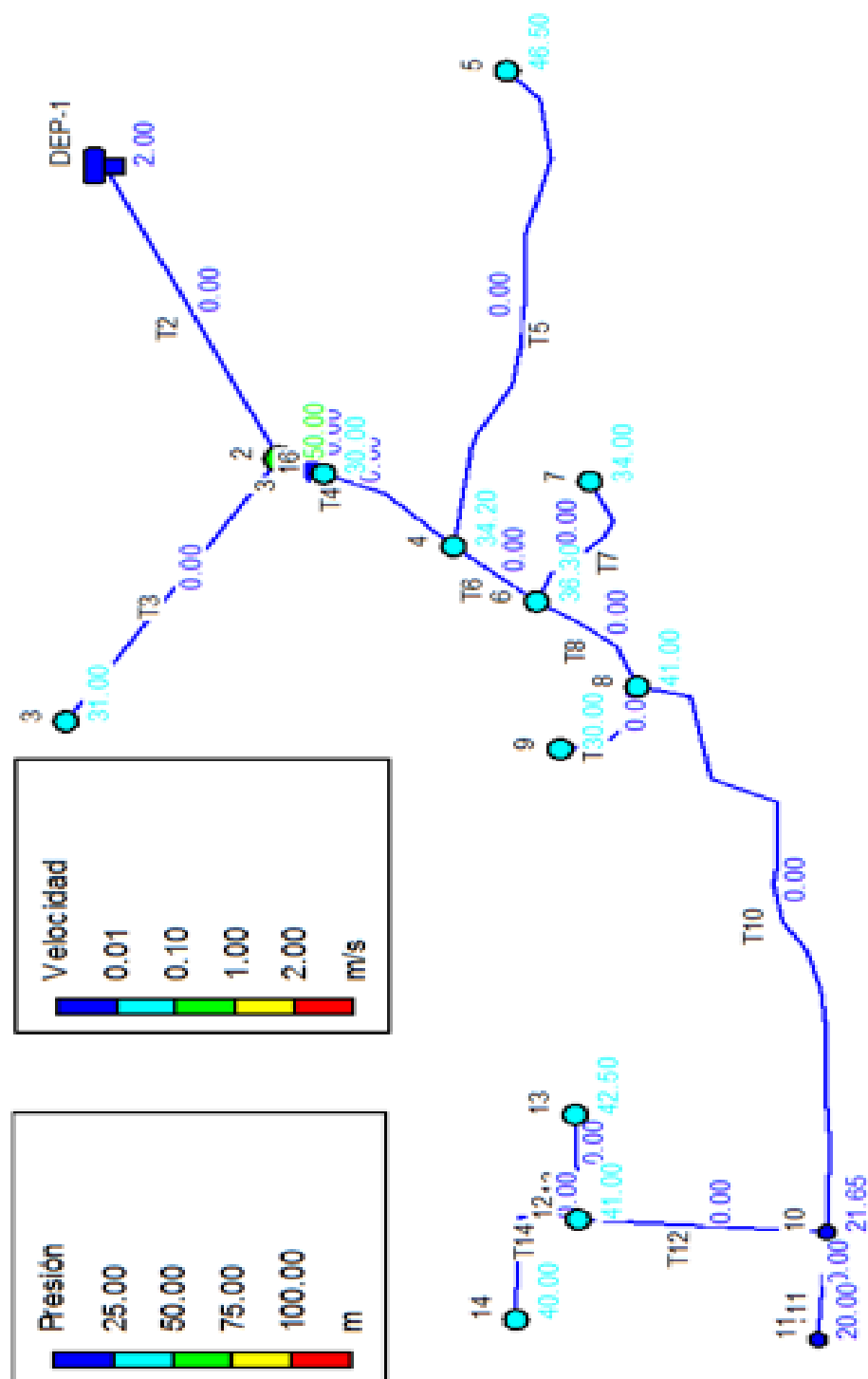
Tabla N° 30 Presión en los nodos sin consumo

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión 2	101	0.00	50.00
Conexión 3	120	0.00	31.00
Conexión 4	96.8	0.00	34.20
Conexión 5	84.5	0.00	46.50
Conexión 6	94.7	0.00	36.30
Conexión 7	97	0.00	34.00
Conexión 8	90	0.00	41.00
Conexión 9	101	0.00	30.00
Conexión 10	109.35	0.00	21.65
Conexión 11	111	0.00	20.00
Conexión 12	90	0.00	41.00
Conexión 13	88.5	0.00	42.50
Conexión 14	91	0.00	40.00
Conexión 16	101	0.00	30.00
Depósito DEP-1	149	0.00	2.00

Fuente: Imagen aportada por software, simulación Epanet.

### 4.33.3 PRESION EN LOS NODOS SIN CONSUMO

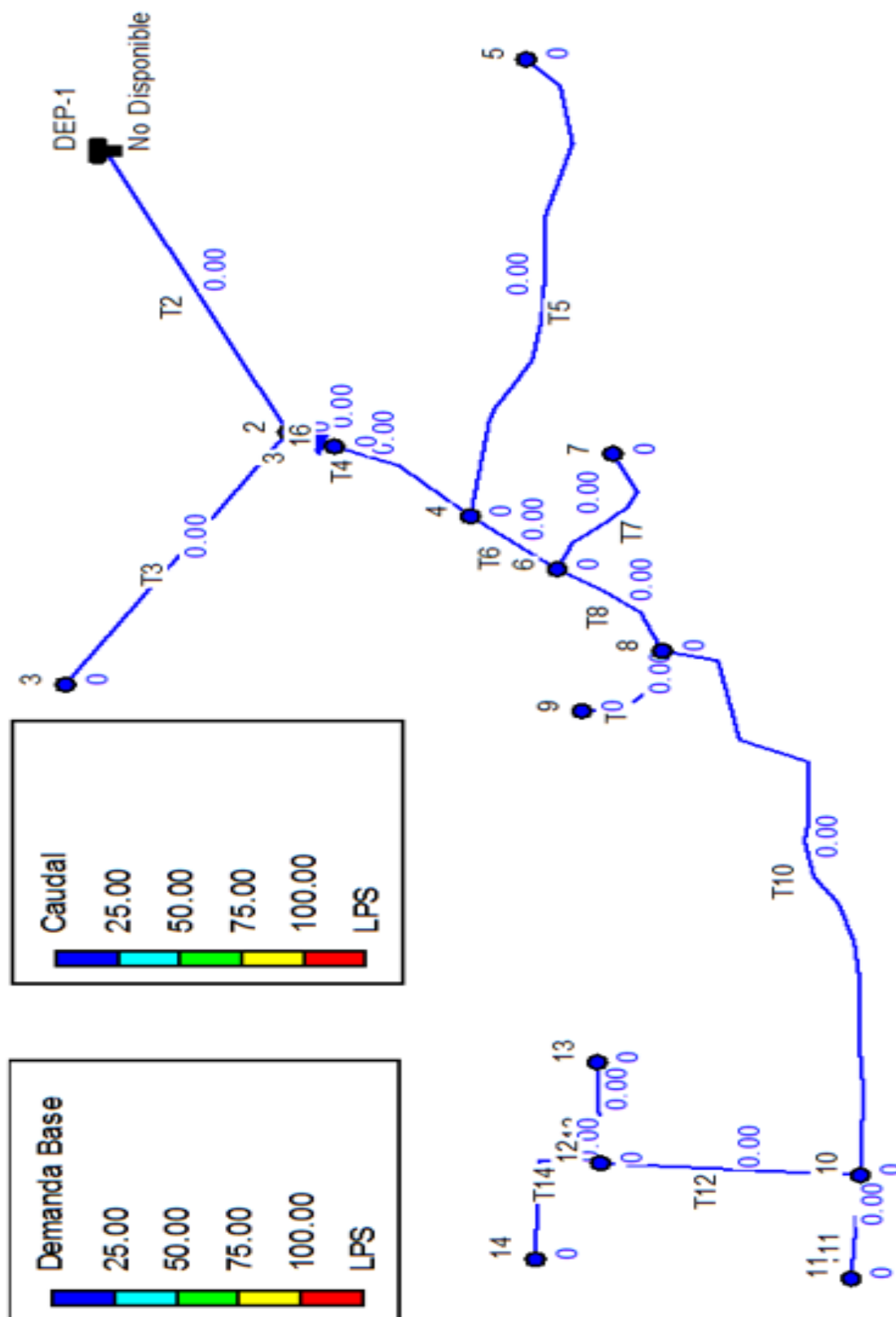
Figura N° 8 Análisis de presiones y velocidad en nodos



Fuente: : Imagen aportada por software, simulación Epanet.

#### 4.32.4 CAUDAL EN TUBERÍA SIN CONSUMO

Figura N° 9 Análisis de caudales en tubería



Fuente: Imagen aportada por software, simulación Epanet.

#### 4.33.4 ANÁLISIS EN NODOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CON CONSUMO

Tabla N° 31. Análisis de tubería en red de distribución con consumo

ID Linea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS
Tuberia T2	275.82	38	150	0.70
Tuberia T3	308.26	25	150	0.05
Tuberia T4	247.18	38	150	0.51
Tuberia T5	349.31	25	150	0.06
Tuberia T6	56.93	38	150	0.35
Tuberia T7	78.43	25	150	0.01
Tuberia T8	79.22	38	150	0.31
Tuberia T9	68.56	25	150	0.01
Tuberia T10	448.09	38	150	0.20
Tuberia T11	27.51	25	150	0.00
Tuberia T12	202	25	150	0.09
Tuberia T13	94	25	150	0.01
Tuberia T14	90.25	25	150	0.01
Válvula 3	No Disponible	38	No Disponible	0.51

Fuente: Imagen aportada por software, simulación Epanet.

#### 4.33.5 PRESION EN LOS NODOS CON CONSUMO

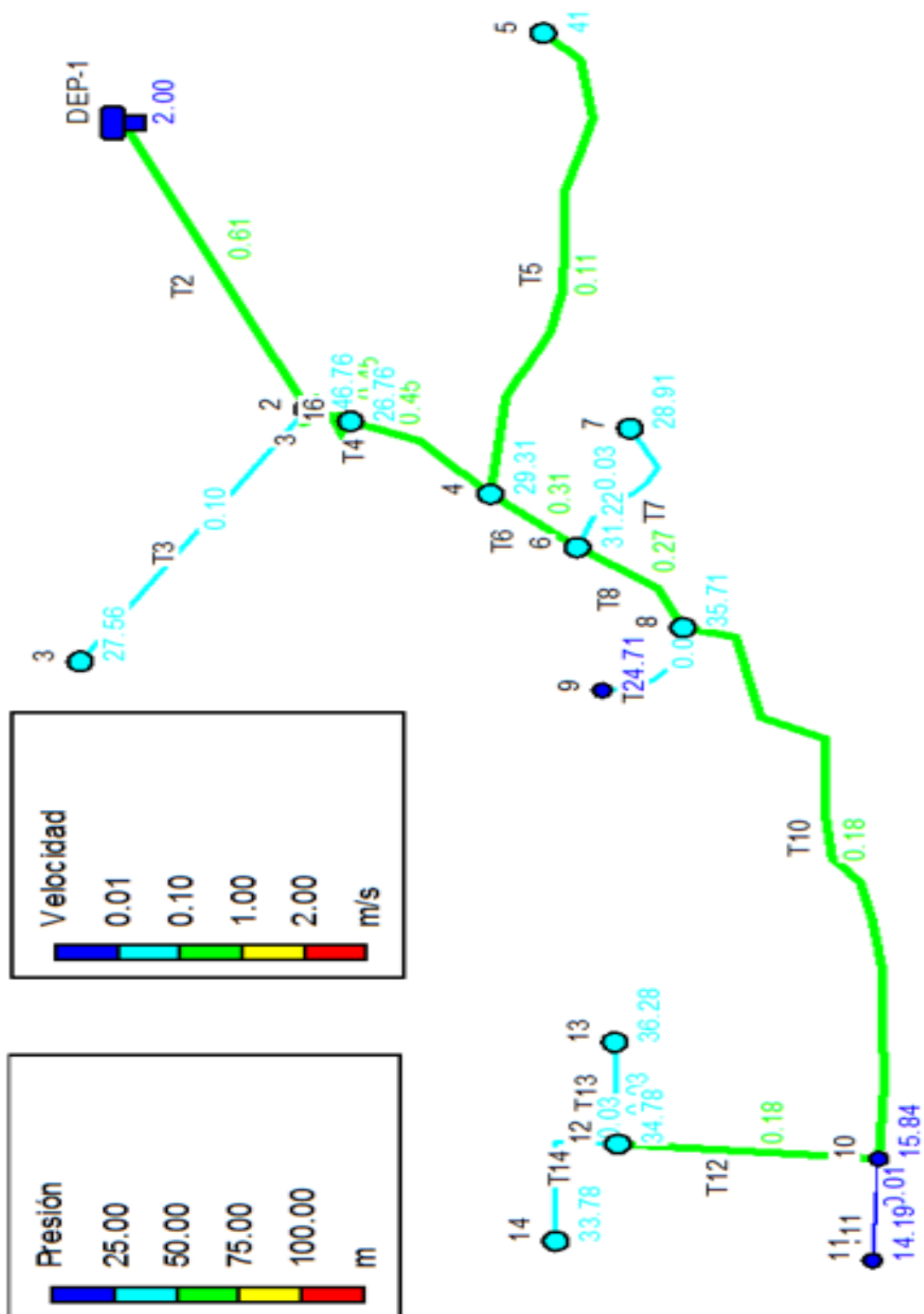
Tabla N° 32. Presión en los nodos con consumo

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión 2	101	0.13	46.76
Conexión 3	120	0.05	27.56
Conexión 4	96.8	0.10	29.31
Conexión 5	84.5	0.06	41.31
Conexión 6	94.7	0.03	31.22
Conexión 7	97	0.01	28.91
Conexión 8	90	0.09	35.71
Conexión 9	101	0.01	24.71
Conexión 10	109.35	0.11	15.84
Conexión 11	111	0.00	14.19
Conexión 12	90	0.06	34.78
Conexión 13	88.5	0.01	36.28
Conexión 14	91	0.01	33.78
Conexión 16	101	0.00	26.76
Depósito DEP-1	149	-0.70	2.00

Fuente: Imagen aportada por software, simulación Epanet.

#### 4.33.6 PRESIÓN Y VELOCIDAD EN LOS NODOS CON CONSUMO

Figura N° 10. Análisis de presiones y velocidades en nodos

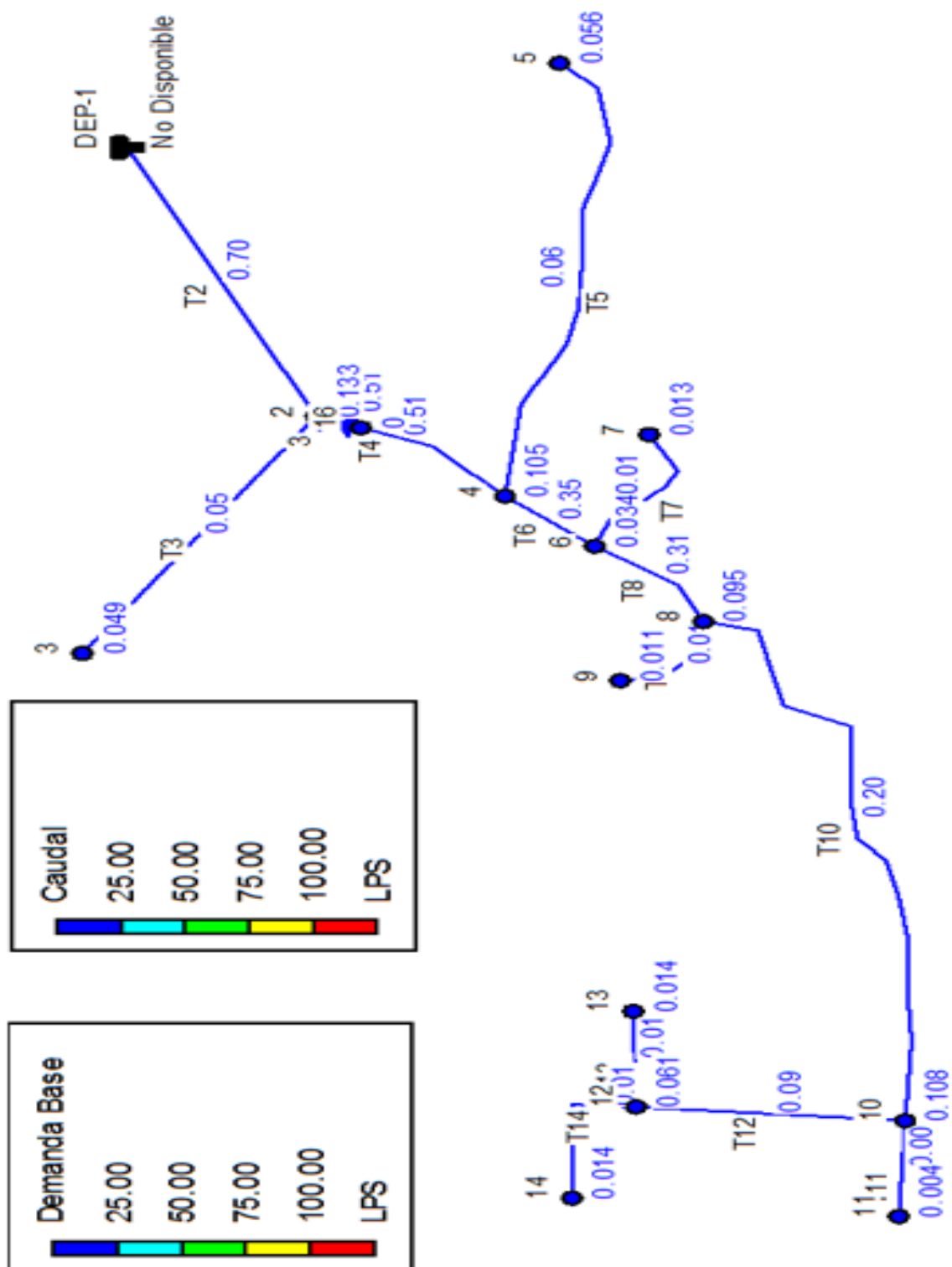


Fuente: Imagen aportada por software, simulación Epanet.



#### 4.33.7 CAUDALES EN TUBERÍA CON CONSUMO

Figura N° 11. Análisis de caudales en tubería



Activar WII

Fuente: Imagen aportada por software, simulación Epanet.

#### 4.34 COSTOS Y PRESUPUESTACIÓN

Etapa	Sub etapa	Descripción	Obras Programadas			Total
			Cantidad	U/M	P. Unitario	Etapa/Sub Etapa
<b>010</b>	<b>010</b>	<b>PRELIMINARES</b>	<b>2,977.42</b>	<b>m.l.</b>	<b>19.29</b>	<b>57,426.38</b>
	O1	Limpieza Inicial	2,977.42	m.l.	1.00	2,977.42
	02	Replanteo topográfico	2,977.42	m.l.	5.00	14,887.10
	03	Trazo y Nivelación	2,977.42	m.l.	8.74	26,017.92
		Trazo y Nivelación de terreno	2,977.42	m.l.	1.00	2,977.42
		Niveletas sencillas de 1.50m.l	298.00	c.u.	77.32	23,040.50
		Hacer niveletas sencillas	100.00	c.u.	5.00	500.00
		Pieza de pino de 2" x 2" - 5vrs	120.00	Piez a	100.00	12,000.00
		Pieza de pino de 1" x 3" - 5vrs	60.00	Piez a	75.00	4,500.00
		Clavos Corrientes 2 1/2"	6.00	Libra	30.00	180.00
		Clavos Corrientes 1"	1.00	Libra	30.00	30.00
		Lienza	5.00	Rollo	100.00	500.00
		Colocar niveletas	298.00	c.u.	10.00	2,980.00
		Quitar niveletas	298.00	c.u.	5.00	1,490.00
		Transporte	0.05	%	17,210.00	860.50
	04	Obras de Madera	5.00	c.u.	620.79	3,103.94
	1.00	Batea de 2.50vrsx 2.50vrs	1.00	c.u.	1,285.18	1,285.18
		Hacer Batea	1.00	c.u.	200.00	200.00
		Madera de 2" x 2" x 2.50vrs	4.00	Piez a	50.00	200.00
		Madera de 1" x 3" x 4vrs	1.00	Piez a	60.00	60.00
		Madera de 1" x1 2" x 2.50vrs	5.00	Piez a	150.00	750.00
		Madera de 1" x8" x 2.50vrs	4.00	Piez a	0.25	1.00

<b>Etap</b>	<b>Sub etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etap/Sub Etap</b>
		Clavos corrientes de 2 1/2"	0.75	Libra	30.00	22.50
		Transporte	0.05	%	1,033.50	51.68
	2.00	Zaranda de 1.80m x 1.20m	2.00	c.u.	488.50	977.00
		Hacer Zaranda	2.00	c.u.	100.00	200.00
		Cedazo No 4	2.50	Yard a	40.00	100.00
		Cedazo No 8	2.50	Yard a	40.00	100.00
		Madera de 1" x 4" x 5vrs	3.00	Piez a	100.00	300.00
		Madera de 1" x 3" x 2.50vrs	2.00	Piez a	37.50	75.00
		Madera de 1" x 3" x 2.00vrs	4.00	Piez a	30.00	120.00
		Clavos corrientes de 2"	1.50	Libra	30.00	45.00
		Transporte	0.05	%	740.00	37.00
	3.00	Cajón de 1 pie 3(0.3 *0.3m)	2.00	c.u.	420.88	841.76
		Hacer cajón	2.00	c.u.	100.00	200.00
		Madera de 2" x 2" x 4vrs	2.00	Piez a	80.00	160.00
		Madera de 1" x12" x 3vrs	2.00	Piez a	180.00	360.00
		Madera de 1" x14" x 3vrs	0.34	Piez a	210.00	71.40
		Clavos corrientes de 2 1/2"	0.66	Libra	30.00	19.80
		Transporte	0.05	%	611.20	30.56
	05	Rótulos	3.00	c.u.	3,480.00	10,440.00
		Colocar rótulo del proyecto	1.00	c.u.	1,200.00	1,200.00
		Rotulo del proyecto	1.00	c.u.	7,000.00	7,000.00
		Rotulo para señalización vial	2.00	c.u.	1,000.00	2,000.00
		Transporte de rótulos	3.00	c.u.	80.00	240.00

<b>Etap</b>	<b>Sub etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etap/Sub Etap</b>
<b>O20</b>	<b>O20</b>	<b>OBRA DE CAPTACIÓN</b>	<b>1.00</b>	<b>glb</b>	<b>5,015.00</b>	<b>160,212.56</b>
	O1	EQUIPAMIENTO DE POZO	1.00	C,U.		160,212.56
		EQUIPAMIENTO DE POZO ENCAMIZADO	210.00	PIE	350.00	73,500.00
	O2	SARTA	1.00	C.U	43,457.00	31,686.00
		CODO DE 1 1/2" H.F x 90´ CON BRIDA	1.00	C/U	148.00	148.00
		UNION DRESSER DE 1 1/2"	2.00	C/U	992.00	1,984.00
		TEE HG DE 1 1/2"	1.00	C/U	153.00	153.00
		LLAVE DE CHORRO DE 1/2"	2.00	C/U	50.00	100.00
		MANOMETRO DE 0-200PSI	1.00	C/U	270.00	270.00
		NIPLE HG DE 1/2" L = 0.10	2.00	C/U	96.00	192.00
		ABRAZADERA HF 1 1/2"	2.00	C/U	368.00	736.00
		VALVULA DE AIRE Y VACIO 1/2"	1.00	C/U	2,246.00	2,246.00
		MEDIDOR DE CAUDAL 1 1/2"	1.00	C/U	1,716.00	1,716.00
		VALVULA CHECK DE 1 1/2"	1.00	C/U	966.00	966.00
		CRUZ HF DE 1 1/2"	1.00	C/U	301.00	301.00
		CODO DE 1 1/2" x 45	2.00	C/U	126.00	252.00
		UNION PVC DE 1 1/2"	1.00	C/U	30.00	30.00
		VALVULA DE LIMPIEZA 1 1/2"	1.00	C/U	7,500.00	7,500.00
		VALVULA DE COMPUERTA DE 1 1/2"	1.00	C/U	4,172.00	4,172.00
		VALVULA DE ALIVIO DE 1 1/2"	1.00	C/U	5,000.00	5,000.00
		TUBO HF DE 1 1/2"	4.00	ML	230.00	920.00
		INSTALAR SARTA	1.00	GLB	5,000.00	5,000.00
	O3	OTROS	1.00	GLB	55,026.56	55,026.56
		BOMBA SUMERGIBLE MOTOR 1/2HP	-	GLB	-	-
		INSTALACIONES ELECTRICAS PARA ESTACION DE BOMBEO	-	GLB	-	-
		CASETA DE OPERACIÓN	6.77	M²	8,125.00	55,026.56

O30	O30	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	1.00	GLB	250,244.25	250,244.25
Etapa	Sub etapa	Descripción	Obras Programadas			Total
			Cantidad	U/M	P. Unitario	Etapa/Sub Etapa
	O1	TANQUE DE CONCRETO	1.00	C.U	212,627.99	212,627.99
	1.00	PAREDES DE TANQUE	13.60	m.l.	5,015.00	68,203.95
		Hacer Mortero	6.80	M³	600.00	4,082.04
		Hacer mampostería c/p. bolón	22.68	M³	300.00	6,803.40
		Cemento	75.01	Bolsa	250.00	18,751.87
		Arena	8.98	M³	400.00	3,592.20
		P. bolón	20.41	M³	1,200.00	24,492.24
		Agua	1.77	M³	80.00	141.51
		Acarrear materiales	6.80	M³	50.00	340.17
		Fundir mortero	6.80	M³	300.00	2,041.02
	2.00	Acabado integral	62.56	m.l.	81.21	5,080.25
		Arena (Arenilla)	0.11	M³	400.00	43.40
		Cemento	5.11	bolsa	250.00	1,276.73
		Colar arena en malla	0.11	M³	60.00	6.51
		Hacer mezcla y acabado integral	62.56	m2	60.00	3,753.60
	3.00	Curado de mampostería	62.56	m.l.	7.42	464.36
		Agua	1.89	M³	80.00	151.56
		Curar concreto ciclópeo	62.56	m.l.	5.00	312.80
	4.00	Transporte	0.05	%	48,297.95	2,414.90
	2.00	LOSA SUPERIOR E INFERIOR DE TANQUE	1.00	C.u.	144,424.04	144,424.04
	1.00	Formaleta para LOSAS	54.90	m²	344.37	18,906.00
		Madera de 1 x 12 *4vrs (cara externa)	30.00	Piezas	216.00	6,480.00
		Reglas de 1 x 3" x 3vrs ( fijación verticales)	12.00	Piezas	40.50	486.00
		Cuartón de 2" x 2" x 4vrs ( soporte trasversal)	8.00	Piezas	72.00	576.00

<b>Etap</b>	<b>Sub etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etap/Sub Etap</b>
		Clavos corrientes de 2 1/2"	15.00	Lbs	611.20	9,168.00
		Hacer y colocar formaleta	54.90	m²	30.00	1,647.00
		Desencofrar formaleta	54.90	m²	10.00	549.00
	2.00	Concreto	8.27	M³	4,751.68	39,305.90
		Excavación	25.00	M³	70.00	1,750.00
		Hacer concreto	8.27	m³	500.00	4,136.00
		Cemento	78.17	Bols a	250.00	19,542.60
		Arena	5.16	M³	1,200.00	6,194.07
		P. Triturada (1/2")	6.52	M³	1,200.00	7,825.97
		Agua	2.37	M³	50.00	118.29
		Acarreo de materiales	8.27	M³	30.00	248.16
		Fundir Concreto	8.27	M³	150.00	1,240.80
	3.00	Acero de Refuerzo	1,212.78	Lbs	36.17	43,864.03
		Armar y colocar acero	1,212.78	Lbr	17.00	20,617.34
		Acero de 5/8"	3.12	qq	2,500.00	7,798.74
		Acero de 1/2"	7.93	qq	1,600.00	12,685.01
		Acero de 1/4"	1.08	qq	1,600.00	1,728.35
		Alambre de amarre # 18	30.32	Lbr	30.00	909.59
		Sierra acero plata	5.00	Hoja	25.00	125.00
	4.00	Filtro de piedra bolón	22.68	M³	206.00	4,671.67
		Material selecto	22.68	M³	120.00	2,721.36
		Relleno y compactación	22.68	M³	50.00	1,133.90
		Acarrear material	27.21	M³	30.00	816.41
	5.00	Tubería de Limpieza	1.00	Glb	32,270.00	32,270.00
		Tubo HG de 1 1/2" 20'	3.00	c.u.	400.00	1,200.00
		Válvula de HF de 1 1/2"	4.00	c.u.	4,500.00	18,000.00
		Codo HG de 1 1/2" x 90°	10.00	c.u.	500.00	5,000.00

<b>Etapas</b>	<b>Sub etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etapas/Sub Etapas</b>
		Unión Dresser de 1 1/2"	2.00	c.u.	600.00	1,200.00
		Tee PVC de 1 1/2"	2.00	c.u.	600.00	1,200.00
		Codos HG de 1 1/2" x 45"	4.00	c.u.	500.00	2,000.00
		Tapa metálica 1/8" 0.70x0.70	3.00	c.u.	100.00	300.00
		Material Selecto (mej. Suelo)	6.00	c.u.	120.00	720.00
		Tapa metálica 1/8"	3.00	c.u.	640.00	1,920.00
		Ang. de 1/2"x 1/2" x 1/8" L=.75m	1.00	c.u.	80.00	80.00
		PL de 2"x1/8" x 0.80m	1.00	c.u.	150.00	150.00
		Colocar accesorios y tapa	1.00	Glb	500.00	500.00
	6.00	Transporte de materiales	0.05	%	108,128.99	5,406.45
	O2	OBRAS COMPLEMENTARIAS DE TANQUE	1.00	C.u.	37,266.26	37,616.26
	1.00	Caseta de protección	1.00	C.u.	1,524.19	1,524.19
		Madera de 2" x 4" x 1.25m	2.00	Piez a	36.00	72.00
		Madera de 2" x 4" x 0.95m	2.00	Piez a	27.36	54.72
		Madera de 2" x 4" x 1.10m	2.00	Piez a	31.68	63.36
		Madera de 2" x 4" x 1.20m	2.00	Piez a	34.56	69.12
		Madera de 2" x 2" x 1.15m	2.00	Piez a	33.12	66.24
		Clavos de acero de 4"	20.00	c.u.	3.00	60.00
		Zinc Corrugado cal. 26 de 4'	1.00	lam.	200.00	200.00
		Clavos de zinc	0.25	lbs	25.00	6.25
		Pintura para curar madera	0.25	gln	150.00	37.50
		Pintura de aceite	0.25	gln	180.00	45.00
		Hacer y pintar caseta	1.00	C.u.	500.00	500.00
	2.00	Clorinador	1.00	C.u.	350.00	350.00

<b>Etapas</b>	<b>Sub etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etapas/Sub Etapas</b>
		Bidón plástico de 5 galones con tapa	1.00	c.u.	100.00	100.00
		Manguera plástica de 1/4"	3.00	pies	10.00	30.00
		Regulador de flujo	1.00	c.u.	10.00	10.00
		Niple PVC de 1 1/2" L = 0.40m	1.00	c.u.	10.00	10.00
		Instalar clorinador	1.00	C.u.	200.00	200.00
	3.00	Cerco de alambre de púa	48.00	m.l.	609.88	29,274.00
		Poste de concreto pretensado	39.20	C.u.	600.00	23,520.00
		Alambre de púa cal. 12.5	1.80	Rollo	500.00	900.00
		Grapas galvanizadas	1.80	lbr	30.00	54.00
		hacer cerco de alambre de púa	48.00	m.l.	100.00	4,800.00
	4.00	Portón de alambre de púa L = 2m	1.00	c.u.	1,538.00	1,538.00
		Poste de concreto pretensado	2.00	c.u.	600.00	1,200.00
		madera de 2" x 2" x2vrs	3.00	c.u.	70.00	210.00
		Alambre de púa	0.10	rollo	70.00	7.00
		Grapas galvanizadas	0.10	Lbr	10.00	1.00
		Hacer y colocar portón de alambre de púa	1.00	c.u.	120.00	120.00
	5.00	Base de concreto para cerco y portón	41.20	c.u.	85.90	3,539.13
		Hacer concreto	0.38	m³	4,751.68	1,824.65
		Cemento	3.63	Bolsa	250.00	907.20
		Arena	0.24	M³	500.00	119.81
		P. Triturada (1/2")	0.30	M³	250.00	75.69
		Agua	0.11	M³	1,200.00	131.79
		Acarreo de materiales	0.38	M³	1,200.00	460.80
		Fundir Concreto	0.38	M³	50.00	19.20
	6.00	Transporte de materiales	0.05	%	27,818.88	1,390.94
<b>O40</b>	<b>O40</b>	<b>LINEA DE CONDUCCION</b>	<b>183.70</b>	<b>m.l.</b>	<b>245.53</b>	<b>49,244.79</b>
	O1	CRUCE EN ALCANTARILLAS	1.00	C.u.	4,140.11	4,140.11



<b>Etapas</b>	<b>Sub etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etapas/Sub Etapas</b>
		Elementos para cruce	1.00	c.u	3,120.00	3,120.00
		Tubo Hg de 1 1/2" x 20'	1.00	c.u	1,020.00	1,020.00
		Codo hg de 1 1/2" x 45°	4.00	c.u	300.00	1,200.00
		Tee HG de 1 1/2"	2.00	c.u.	300.00	600.00
		Hacer cruce	1.00	m.l	300.00	300.00
		Bloque de reacción de Concreto	6.00	C.u.	144.01	864.05
		Hacer concreto	0.09	m³	4,751.68	445.47
		Cemento	0.89	Bolsa	250.00	221.48
		Arena	0.06	M³	500.00	29.25
		P. Triturada (1/2")	0.07	M³	250.00	18.48
		Agua	0.03	M³	1,200.00	32.18
		Acarreo de materiales	0.09	M³	1,200.00	112.50
		Fundir Concreto	0.09	M³	50.00	4.69
		Transporte ( 5% de materiales )	0.05	%	3,121.39	156.07
	O2	LINEA DE CONDUCCION				
	1.00	Excavación de Zanjas	132.26	m3	100.00	13,226.40
		Excavación para instalar tubería	132.26	m3	100.00	13,226.40
	2.00	Tubería y Accesorios de Línea de Conducción	183.70	m.l.	66.95	12,299.60
		Tubería PVC SDR- 26 de 1 1/2"	-	c.u.	400.00	-
		Tubería PVC SDR-26 de 1 1/2"	48.00	c.u.	200.00	9,600.00
		Codo PVC de 1 1/2" x 45°	3.00	c.u.	80.00	240.00
		Codo PVC de 1 1/2" x 90°	3.00	c.u.	80.00	240.00
		Pegamento PVC	2.00	1/4 gln	125.00	250.00
		Colocación de tubería con accesorios	183.70	m.l.	8.00	1,469.60
		Prueba y desinfección de tubería	1.00	c.u.	500.00	500.00
	3.00	Relleno y compactación	14.05	-	1,203.44	16,903.16
		Material selecto fino	14.05	m³	250.00	3,511.43

<b>Etapas</b>	<b>Sub etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etapas/Sub Etapas</b>
		Arena de río	21.49	m³	500.00	10,746.45
		Rellenar y compactar	132.26	m³	20.00	2,645.28
	4.00	Botar material	36.69	m³	30.00	1,100.83
		Botar material sobrante de excavación	36.69	m³	30.00	1,100.83
	5.00	Bloque de reacción de Concreto	6.00	C.u.	144.01	864.05
		Hacer concreto	0.09	m³	4,751.68	445.47
		Cemento	0.89	Bolsa	250.00	221.48
		Arena	0.06	M³	500.00	29.25
		P. Triturada (1/2")	0.07	M³	250.00	18.48
		Agua	0.03	M³	1,200.00	32.18
		Acarreo de materiales	0.09	M³	1,200.00	112.50
		Fundir Concreto	0.09	M³	50.00	4.69
	6.00	Transporte ( 5% de materiales )	0.05	%	14,212.91	710.65
<b>O60</b>	<b>O60</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCION</b>	<b>2,515.25</b>	<b>m.l.</b>	<b>217.90</b>	<b>548,082.98</b>
	1.00	Excavación de Zanjas	1,810.98	m3	60.00	108,658.80
		Excavación para instalar tubería	1,810.98	m3	60.00	108,658.80
	2.00	Tubería y Accesorios de Línea de Distribución	2,515.25	m.l.	10.05	82,251.10
		Tubería PVC SDR-26 de 1"	278.47	M.L.	25.00	6,961.75
		Tubería PVC SDR-26 de 1 ½ "	2,046.90	M.L.	16.66	34,101.35
		Tubería PVC SDR-17 de 1/2"	1,100.00	M.L.	11.66	12,826.00
		Tee PVC de 1 1/2"	5.00	C.U.	25.00	125.00
		Codo PVC de 1 1/2" x 45°	5.00	C.U.	25.00	125.00
		Reductor de 1 1/2 x 1	5.00	C.U.	25.00	125.00
		Codos de 1	5.00	C.U.	15.00	75.00
		Codos45 de 1 1/2	5.00	C.U.	15.00	75.00
		Tee PVC de 1 1/2	35.00	C.U.	15.00	525.00
		Reductor PVC de 1 1/2 x 1/2	35.00	C.U.	15.00	525.00

<b>Etap</b>	<b>Sub etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etap/Sub Etap</b>
		Válvula de pase de HF 1½"	1.00	C.U.	500.00	500.00
		Válvula de limpieza HF de 1 1/2"	2.00	C.U.	500.00	1,000.00
		Válvula de aire	2.00	C.U.	500.00	1,000.00
		Cruce de alcantarilla	1.00	C.U.	100.00	100.00
		Tapón PVC de 1 1/2"	5.00	C.U.	25.00	125.00
		Reductor de 1 1/2 " x 1/2"	61.00	C.U.	25.00	1,525.00
		Codo PVC de 1/2" x 90°	122.00	C.U.	5.00	610.00
		Tapón PVC de 1/2" x 90°	61.00	C.U.	5.00	305.00
		Pegamento PVC	8.00	1/4 gln	125.00	1,000.00
		Colocación de tubería con accesorios	2,515.25	m.l.	8.00	20,122.00
		Prueba y desinfección de tubería	1.00	c.u.	500.00	500.00
	3.00	Relleno y compactación	540.39	-	589.31	318,459.24
		Material selecto fino	540.39	m³	250.00	135,097.51
		Arena de río	294.28	m³	500.00	147,142.13
		Rellenar y compactar	1,810.98	m³	20.00	36,219.60
	4.00	Botar material	812.04	m³	30.00	24,361.11
		Botar material sobrante de excavación	812.04	m³	30.00	24,361.11
	5.00	Transporte ( 5% de materiales )	0.05	%	287,054.64	14,352.73
<b>070</b>	<b>070</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>	<b>32.00</b>	<b>m.l.</b>	<b>6,006.35</b>	<b>192,203.14</b>
	1.00	Excavación y relleno de zanj	921.60	m³	127.75	117,734.40
		Excavación de zanja conex. Domiciliar	460.80	m³	60.00	27,648.00
		Relleno y compactación de zanja	460.80	m³	195.50	90,086.40
	2.00	Tubería y accesorios de Conex. Domiciliar	64.00	m.l.	1,163.57	59,465.18
		Abrazaderas de 1 1/2 "x1/2" de PVC/con rosca	-	c/u	130.00	-
		Adaptador Macho PVC 1/2"	32.00	c/u	7.00	224.00
		Codo de 1/2" x 90	96.00	c/u	10.00	960.00
		Válvula de pase 1/2" de Br.	32.00	c/u	78.00	2,496.00

<b>Etap</b>	<b>Sub etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etap/Sub Etap</b>
		Medidor	32.00	c/u	1,000.00	32,000.00
		Caja de medidor con tapa	32.00	c/u	350.00	11,200.00
		Tubería de 1/2" PVC	64.00	m.l.	13.00	832.00
		Adaptador Hembra PVC 1/2"	64.00	c.u.	10.00	640.00
		Tubo de concreto de 10"	32.00	c.u.	100.00	3,200.00
		Adaptador Hembra PVC 1/2"	64.00	c.u.	10.00	640.00
		Reductor de 1 1/2" a 1/2"	-	c.u.	11.00	-
		Tubo HG de 1/2"	5.33	c.u.	30.00	160.00
		Codo de 1/2" x 90 HG	32.00	c.u.	10.00	320.00
		Adaptador Macho PVC 1/2"	32.00	c.u.	10.00	320.00
		Llave de Choro de 1/2"	32.00	c.u.	31.00	992.00
		Pegamento PVC	1.60	Gln	360.00	576.00
		Instalación de tubo de 1/2" PVC-SDR-26	64.00	m.l.	5.00	320.00
		Instalación de medidor de 1/2"	32.00	c/u	50.00	1,600.00
		Transporte de materiales	0.05	%	59,703.68	2,985.18
	3.00	Base de concreto de 0.50*0.20*0.50m	32.00	c.u.	468.86	14,746.37
		Hacer concreto	1.60	m³	4,751.68	7,602.69
		Cemento	15.12	Bols a	250.00	3,780.00
		Arena	1.00	M³	500.00	499.20
		P. Triturada (1/2")	1.26	M³	250.00	315.36
		Agua	0.46	M³	1,200.00	549.12
		Acarreo de materiales	1.60	M³	1,200.00	1,920.00
		Fundir Concreto	1.60	M³	50.00	80.00
	4.00	Transporte ( 5% de materiales )	0.05	%	5,143.68	257.18
<b>O80</b>	<b>O80</b>	<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO</b>	-	-	<b>62,663.36</b>	<b>55,475.20</b>
	1.00	Lavadero con Sistema de tratamiento	32.00	c.u.	49,251.68	28,160.00
		Lavadero	32.00	c.u.	600.00	19,200.00

<b>Etapas</b>	<b>Sub etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obras Programadas</b>			<b>Total</b>
			<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Etapas/Sub Etapas</b>
		Coladera de 1 1/2"	32.00	c.u.	30.00	960.00
		Codo PVC de 1 1/2" x 90°	64.00	c.u.	50.00	3,200.00
		Bidón plástico de 5glns	32.00	c.u.	100.00	3,200.00
		Tubo PVC de 1 1/2"	6.40	c.u.	250.00	1,600.00
	2.00	Zanja de infiltración	192.00	m.l.	-	9,523.20
		Excavación	30.72	m³	60.00	1,843.20
		Grava	30.72	m³	250.00	7,680.00
		Tubo de 1 1/2" perforado	-	c.u.	400.00	-
		Codo PVC de 1 1/2" x 90°	-	c.u.	80.00	-
		Codo PVC de 1 1/2" x 45°	-	c.u.	80.00	-
	3.00	Pozo de infiltración	32.00	c.u.	-	-
		Excavación	-	m³	60.00	-
		Grava	-	m³	250.00	-
	4.00	Tapa de concreto de 0.8x0.80x0.05	32.00	c.u.	-	18,101.37
		Hacer concreto	0.10	m³	4,751.68	494.17
		Cemento	0.98	Bolsa	250.00	245.70
		Arena	0.06	M³	500.00	32.45
		P. Triturada (1/2")	0.08	M³	250.00	20.50
		Agua	0.03	M³	1,200.00	35.69
		Acarreo de materiales	0.10	M³	1,200.00	124.80
		Fundir Concreto	0.10	M³	50.00	5.20
		Acero 3/8"	6.86	QQ	2,500.00	17,142.86
	5.00	Instalar sistema de tratamiento	32.00	c.u.	500.00	16,000.00
	6.00	Transporte	0.05	%	35,840.00	1,792.00
<b>O90</b>	<b>O90</b>	<b>LIMPIEZA FINAL</b>	<b>2,977.42</b>	<b>m²</b>	<b>6.44</b>	<b>19,171.12</b>
		Limpiar y botar escombros de construcción	2,977.42	m²	1.00	2,977.42
		Conformación de calles	16,193.70	m²	1.00	16,193.70

<b>COSTO DIRECTOS DEL PROYECTO</b>	<b>.....</b>	<b>C\$ 1,332,060.42</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO</b>	<b>.....</b>	<b>C\$ 171,219.02</b>
<b>COSTOS TOTALES DEL PROYECTO</b>	<b>.....</b>	<b>C\$ 1,503,279.45</b>

## **V. CONCLUSIONES**

El estudio y diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por Bombeo Eléctrico para la comunidad de El Tamarindo, del municipio de Somoto, departamento de Madriz, se realizó adoptando cada una de las “Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09 001-00)”, emitidas por el INAA, por lo que con respecto a los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

Se realizó el análisis de la situación en la que se encuentra la comunidad de El Tamarindo, donde la población es de 192 habitantes distribuidos en 32 viviendas, donde el 51% son mujeres y 49% hombres, además, la mayoría de la población son adulta y jóvenes de 16 a 25 años, se debe recalcar la importancia de que el 98% de las viviendas son propias y que la mayoría de la población cuenta con educación primaria, secundaria lo que es satisfactorio para el correcto manejo y seguir instrucciones sobre el sistema.

Al realizar el análisis de los resultados físico químico, bacteriológicos, indican que las concentraciones de los parámetros analizados en su mayoría son inferiores al valor permitido, se considera que según normas CAPRE que la muestra obtenida es de tipo 1 ya que, es agua destinada a uso doméstico y a uso industrial, y de tipo 1-A porque son agua que ocupará nada más de la adición de desinfectante para que sea apropiada para ser consumida.

Una vez realizado el estudio topográfico permite ver que las elevaciones existente en la comunidad principalmente el sitio donde se ubicará el tanque (765.552 metros), y los demás lugares donde pasará la red, esto lleva a la conclusión que podía adoptar al diseñar un sistema de abastecimiento por bombeo eléctrico (pozo –tanque-sistema distribución).

Ejecutada la simulación del sistema en el programa (EPANET), se pudo reconocer que las presiones cumplen con lo establecido en la normativa pero presenta problemas en las velocidades en ciertos puntos, para lo cual se ha premeditado el uso de válvulas de limpieza y así evitar materiales que puedan sedimentarse.

Las velocidades de flujo en las tuberías no son mayores a 2 m/s, pero se ubicarán válvulas de limpieza en los sitios bajos para purgar el sedimento en los puntos bajos donde las velocidades son menores a 0.4 m/s.

Se elaboraron costos y presupuesto del sistema obteniendo un costo directo del proyecto de **C\$ 1, 332, 060.42**, costos indirectos por el monto de **C\$ 171, 219.02** y un costo total del proyecto de **C\$ 1, 503, 279.45**.



## **VI. RECOMENDACIONES**

El uso y mantenimiento del sistema es el factor más importante a considerar una vez ejecutado el proyecto, ya que de ello dependerá la eficacia de la inversión, por esto se refleja en este documento la forma adecuada de organización comunitaria, que garantizara la buena administración del sistema por los mismos beneficiarios una vez que los demás actores se han retirado.

En la etapa post proyecto, el facilitador social deben dar respectivo seguimiento de manera frecuente a la comunidad, lo que permitirá garantizar el proceso de transición y de aplicación de todos los procedimientos establecidos para la operación y mantenimiento del sistema, que serán realizados por los CAPS.

La Alcaldía de Somoto y la comunidad de El Tamarindo, deben trabajar conjuntamente en la organización adecuada de los comunitarios, a través de los líderes, así se formara un comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), que vele por el manejo, cuido y mantenimiento del servicio.

Los miembros del comité de Agua Potable y Saneamiento deberán ser capacitados con el manual de Familia Escuela y Comunidades Saludables (FECSA). De esta manera se promoverá estrategias de educación en ambiente y salubridad lo que tendrá como resultados: el buen uso y mantenimiento del sistema de agua, y una efectiva organización, lo que garantizará la vida útil del sistema y el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad que es el objetivo primordial en este tipo de estudios.

Se colocará válvula reguladora y reductora de presión en los nodos 5 y 6, la cual ayudara a disminuir las presiones en los nodos 13 y 14. Se ubicaran válvulas de limpieza en los sitios bajos donde las velocidades son menores a 0.4 m/s.

Se debe considerar el uso del agua únicamente para los factores propuesto (uso doméstico e industrial) y no para cultivos, y consumo animal. Una vez esté funcionando el proyecto, la comunidad deberá formular y ejecutar medidas

pertinentes, para evitar la contaminación de la fuente y del agua que se encontrara en el tanque de almacenamiento.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- SOMOTO, A. M. (2009-2020). Plan Municipal de Agua y Saneamiento de Somoto. Somoto.: Equipo AVAR.
- Agüero, P.R. (1997). Agua potable para poblaciones rurales. Lima, Perú: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).
- AMANCO. (2008), La nomenclatura de las tuberías y accesorios PVC, Asesoría Técnica. Recuperado de <http://www.sistemamid.com/download.php?a=79955>.
- C. Ginot, G. Carranza 1987. Estudios hidrogeológicos e hidroquímicos de la región del central de Nicaragua (INETER). Managua, Nicaragua.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (1995). VII Censo de Población y III Vivienda. Managua: Autor.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo (2005). VIII Censo de Población y IV de Vivienda. Managua: Autor.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (1999). Norma para la clasificación de Recursos Hídricos (NTON 05-007-98). Managua: Autor.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (1999). Normativas relativas al Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio Rural (NTON 09001 - 99). Managua: Autor.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (1999). Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Aguas (NTON 09003 - 99). Managua: Autor.

- López, R.A. (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados. Segunda edición. Bogotá, Colombia: Alfa y Omega.